
O PIZZOFALCONE



COURS COMPLET

D'ARPENTAGE

ÉLÉMENTAIRE

THÉORIQUE ET PRATIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE BONAVENTURE ET DUCESSOIS,
55, quai des Grands-Augustins.

COURS COMPLET
D'ARPENTAGE
ÉLÉMENTAIRE, THÉORIQUE ET PRATIQUE

COMPRENANT

**Les Notions indispensables de Géométrie ;
les Principes fondamentaux de l'Arpentage proprement dit ;
le Levé, le Lavis et le Bornage des Plans ;
le Nivellement et les Notions sur les Déblais et les Remblais ;
le Partage des Superficies agricoles ; le Métrage et le Cubage des Corps ;
enfin un grand nombre de Problèmes gradués
immédiatement suivis de leurs Solutions raisonnées ;**

AUGMENTÉ

D'UN RECUEIL DE LOIS, FORMULES ET MODÈLES DE PROCÈS-VERBAUX
usités en Arpentage ;
D'UN TRAITÉ DU PARTAGE AMIABLE ET JUDICIAIRE, ETC.



PAR

D. PUILLE (d'Amiens)

PROFESSEUR DE SCIENCES PHYSIQUES ET DE MATHÉMATIQUES A PARIS.
Préparateur à l'École centrale des Arts et Manufactures et aux diverses
Écoles du Gouvernement ;
Auteur de plusieurs ouvrages d'enseignement.

OUVRAGE ORNÉ
DE 160 DESSINS intercalés dans le texte, gravés sur bois PAR A. BELHATTE
ET DE DEUX PLANCHES TOPOGRAPHIQUES
dessinées et gravées
PAR MM. CHARLE et P. DUMORTIER,
du Dépôt de la Guerre.



PARIS
ISIDORE PESRON, LIBRAIRE-ÉDITEUR,
Rue des Mathurins, 18, près du Musée Cluny.
1852



TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS CET OUVRAGE.

	Pages.
Avertissement.—Plan de l'ouvrage.	XI à XII
Explication des signes employés dans cet ouvrage et développements de plusieurs opérations indiquées dans quelques formules numériques.	XIII à XV
Nombres décimaux,—parties décimales	XVI à XVIII
Extraction de la racine carrée.	XIX à XXIV

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER

1	GÉOMÉTRIE.	1 à 2
4	SECTION PREMIÈRE. Des lignes.	2 à 7
	Problèmes.	7
18	SECTION DEUX. Des angles et des surfaces.	12 à 39
	Problèmes.	16 à 17
73	SECTION TROIS. Des volumes.	40 à 45
	Problèmes.	45 à 48

CHAPITRE II.

Description et usage des principaux instruments employés sur le terrain et sur le papier

101	Chaîne d'arpenteur ou décamètre, fiches et jalons.	49 à 51
	Problèmes	51 à 52
104	Manière de mesurer une distance.	52 à 53
	Observations pratiques.	53
105	De l'équerre (*octogonale,—sphérique*).	54 à 55
107	Vérification de l'exactitude d'une équerre.	55 à 56
	Problèmes.	56 à 58
108	Du graphomètre.	58 à 60
109	Vérification du graphomètre.	60 à 61
110	De la boussole.	61 à 62

111 Vérification de la boussole (*application*). 62 à 63
112 De la planchette. 64 à 65
113 Vérification d'une alidade. 65
114 Des niveaux. 65 à 68
115 De la mire. 68 à 69
116 Échelle de proportion (*usage*). 69 à 72
117 Du vernier (*droit,—circulaire*).—*Application*. 72 à 74
118 Du rapporteur (*application*). 74 à 75
119 Compas de réduction. 75 à 76
120 Du goniasmomètre. 77 à 78
121 Choix, soins et réparations des instruments. 79 à 80

DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE III.

Arpentage en général.

122 But de l'arpentage. 81 à 82

CHAPITRE IV.

1° ARPENTAGE PROPREMENT DIT.

128 Précautions de l'arpenteur avant de commencer une opération sur le terrain. 84 à 85
Problèmes d'arpentage.
1° Superficies rectilignes horizontales. 85 à 95
2° Superficies mixtilignes et curvilignes horizontales. 95 à 97
3° Superficies dans lesquelles on ne peut pas entrer pour opérer. 97 à 99
130 Terrains inclinés à l'horizon.
1° Méthode par développement; 2° Méthode par cultellation. 99 à 101
133 Manière de tenir la chaîne pour mesurer une distance et ramener une surface inclinée à la surface horizontale de sa projection. 101 à 104
135 Du nivellement (*niveau vrai,—niveau apparent*. 104 à 109
141 Nivellement simple / Nivellement composé. 109 à 121
Problèmes sur le nivellement simple. 109 à 113
Problèmes sur le nivellement composé. 113 à 121
149 Déblais et remblais. 121 à 122

CHAPITRE V.

2° LEVÉ DES PLANS.

150	Levé des plans avec instruments; Levé des plans sans instruments.	124
155	Échelles des plans. — *Construction.*	124 à 128
162	Échelles adoptées.	129 à 131
164	*bis.* Manière de trouver l'échelle d'un plan.	131 à 132
165	Levé des plans sans instruments *(terrains accessibles).*	132
166	Levé d'un plan avec l'équerre et la chaîne.	132 à 133
	Problèmes sur le levé des plans avec l'équerre et la chaîne.	133 à 137
167	Levé des plans avec le graphomètre.	137
	Problème sur le levé des plans avec le graphomètre.	137 à 139
168	Levé des plans avec la boussole.	139 à 140
	Problème sur le levé d'un plan avec la boussole.	140 à 141
170	Levé des plans avec la planchette.	
	Méthode par cheminement; Méthode par intersection.	141 à 142
171	Planchette, — alidade, — compas d'épaisseur.	142 à 143
174	Manière d'orienter la planchette.	143
	Problèmes sur la méthode par cheminement.	144 à 150
	Problèmes sur la méthode par intersection.	150 à 152
175	Précautions à prendre dans le levé des plans avec la planchette.	152 à 153
176	Avantages et désavantages dans l'emploi de l'équerre, du graphomètre, de la boussole et de la planchette.	153 à 154
180	Tracé d'une méridienne.	154 à 155
181	Levé des plans sans instruments *(triangulation).*	155 à 156
182	Copie et réduction des plans.	156
183	Préparation et assemblage d'une ou de plusieurs feuilles de papier à dessin.	157 à 159
186	1° Méthode de calque.	159 à 160
187	Calque d'un plan au moyen d'un papier transparent.	160 à 162
190	2° Méthode de la piqûre.	162 à 163
192	3° Méthode des carrés ou treillis.	163 à 165
194	Réduction des plans.	165
195	Angle de réduction. — *Application.*	166 à 168

198 Manière d'orienter un plan. 168 à 169
201 Écritures et plans. 169 à 170

CHAPITRE VI.

3° PARTAGE DES SUPERFICIES.

205 { Méthode par le calcul; Méthode graphique. } 172 à 173
Division des triangles. 173 à 174
Problèmes sur la division des triangles. 174 à 181
Procédés graphiques pour la division des triangles 181 à 182
Problèmes sur les procédés graphiques. 182 à 185
Division des quadrilatères. 185
Problèmes sur la division des quadrilatères. 185 à 188

CHAPITRE VII.

4° LAVIS DES PLANS.

211 1° *Mise au trait.* 190
212 Des papiers. 190
215 De l'encollage des papiers. 191
216 Emploi de l'encollage. 191 à 193
218 Précautions à prendre pendant l'exécution du dessin d'un plan. 193
219 Des crayons. 193 à 194
220 Gomme élastique. 194
221 Dollage. 194
222 Des plumes. 195
223 Des tire-lignes. 195 à 196
224 De l'encre de Chine. 196 à 197
225 Des équerres et des règles. 197
226 Du double décimètre. 197
231 Des ombres. 198 à 199
TOPOGRAPHIE. Tableau n° 1 (du Trait). 199 à 203
— Tableau n° 2 (du Trait). 203 à 210
232 2° *Du Lavis.* 210 à 211
235 Couleurs. 211
236 Pinceaux. 211 à 213
245 Des teintes. 213 à 214
248 Manière d'étendre les teintes. 214 à 215
251 Ordre adopté pour placer les teintes dans les lavis des plans topographiques. 215 à 216
Mélange des couleurs simples pour déterminer les teintes conventionnelles. 216 à 217

254 Composition des teintes. 217 à 219
TOPOGRAPHIE. Tableau n° 1 (des Teintes.) 219 à 221
— Tableau n° 2 (des Teintes,) 222 à 226
258 Des cadres ou bordures des plans. 226 à 227
Instruction sur l'usage particulier des deux tableaux de topographie dans l'enseignement de l'Arpentage. 227 à 228

CHAPITRE VIII.

5° BORNAGE DES TERRAINS.

261 Du bornage, 229 à 232
268 Manière de procéder au bornage d'un terrain. 232 à 234
273 Extrait des procès-verbaux. 234 à 235
275 Observations sur les formalités que les experts ont à remplir dans la rédaction des procès-verbaux. 235 à 236

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE IX.

SOLIDOMÉTRIE.

Mesure du volume des corps,

282 Du cube. 238 à 239
283 Du prisme. 240
284 Du cylindre. 240
285 De la pyramide. 241 à 242
286 De la pyramide tronquée. 242 à 243
288 Du cône. 243
289 Du cône tronqué. 244
291 De la sphère. 245
292 Du secteur sphérique. 245 à 246
293 Du segment sphérique. 246 à 247
294 Du coin ou onglet sphérique. 247
295 Polyèdres réguliers quelconques. 247 à 248
296 Corps irréguliers quelconques. 249
297 Capacité des tonneaux (jaugeage). 249 à 251
300 Cubage des bois ronds et des bois équarris. 251 à 254
305 Plus grand équarrissage d'un arbre, 254 à 255
306 Plus forte pièce qu'on peut tirer d'un arbre. 255
307 Cubage des matériaux.—Moellons, pierres, etc. 255 à 257
309 Cubage des voûtes et des manchons cylindriques. 257
310 Voûte plein-cintre.—*Application.* 257
311 Voûte surbaissée.—*Application.* 258

CHAPITRE X.

DISTANCES ET HAUTEURS INACESSIBLES.

Longimétrie,—*Problèmes.* 259 à 262
Altimétrie,—*Problèmes.* 262 à 264

CHAPITRE XI.

Notions générales sur les mesures métriques décimales.

313 Système métrique décimal. 265 à 274

QUATRIÈME PARTIE.

—

RECUEIL DE LOIS, FORMULES ET MODÈLES

des divers Actes relatifs à l'Arpentage en général.

Des fonctions des Arpenteurs-Géomètres,—des Experts et des Arbitres. 276 à 278
1° Expertise amiable ;—2° Expertise judiciaire. 279
Rapports des experts.—Enregistrement. 279 à 281

TRAITÉ DU PARTAGE AMIABLE ET JUDICIAIRE.

Du partage en général. 280 à 281
1° Partage amiable ;—2° Partage judiciaire. 281 à 288
Du procès-verbal. 288 à 290

FORMULAIRE.

No 1. Acte de vente d'une pièce de terre. 291
— 2. Procès-verbal de mesurage de deux pièces de terre, à la requête d'un propriétaire. 293
— 3. Procès-verbal d'arpentage d'une pièce de terre, à la requête d'une commune. 294
— 4. Procès-verbal de mesurage d'un marché de terre, à la requête d'un fermier tenu par son bail d'en faire le mesurage avec le plan de chaque pièce. 295
— 5. Compromis pour le bornage de plusieurs terres contiguës. 297
— 6. Procès-verb. d'arpentage d'une pièce de terre et de délimitation pour chaque partie qu'elle contient, avec réduction proportionnelle. 299
— 7. Pouvoir pour répondre à un bornage. 302
— 8. Extrait d'un procès-verbal de bornage 302
— 9. Rapport d'experts. 304
Observations. 309
Conclusion. 312

FIN DE LA TABLE.

AVERTISSEMENT

PLAN DE L'OUVRAGE.

Depuis plusieurs années, on a publié un certain nombre de *Traités d'arpentage* : les uns, destinés à servir de guides aux *Ingénieurs des ponts-et-chaussées* et aux *Ingénieurs-géographes*, ne sauraient même convenir aux personnes qui ont déjà certaines connaissances en arpentage, mais qui veulent s'arrêter uniquement aux opérations ordinaires relatives à cet art; les autres, offerts aux élèves des classes primaires des villes et des campagnes, n'ont pas assez d'étendue pour préparer convenablement les jeunes-gens sur une connaissance qui peut leur être un jour utile.

C'est donc pour combler cette lacune que nous publions aujourd'hui cet ouvrage élémentaire : il convient à la fois *aux élèves des classes primaires* ainsi qu'aux personnes qui veulent, soit par goût, soit par besoin, se livrer à une étude d'un intérêt généralement reconnu.

L'entreprise de ce travail n'était pas sans difficultés pour atteindre le but que nous nous proposions; mais le désir de faire hommage aux *Instituteurs primaires* du fruit de nos observations pendant dix années, a soutenu notre courage et nous a permis d'offrir un VÉRITABLE MANUEL dans lequel les Instituteurs pourront trouver certains conseils dont ils sauront profiter habilement pour préparer leurs élèves à des études plus sérieuses.

Les *Propriétaires*, les *Cultivateurs*, les *Amateurs* et *ceux qui possèdent* ou peuvent un jour posséder, pourront également puiser dans cet ouvrage les connaissances qui leur permettront de surveiller, par eux-mêmes, les opérations d'où dépendent souvent une partie de leurs intérêts.

Nous avons fait tous nos efforts pour présenter en un corps homogène de doctrine tous les principes fondamentaux pour *arpenter les superficies*, *lever*, *copier*, *réduire* et *laver les plans*; *partager* et *borner les terrains*; *cuber les corps*; enfin *rédiger les actes* relatifs à un art que personne ne doit se dispenser de connaître. Tout ce que nous avons traité dans cet ouvrage est présenté d'une manière méthodique et aussi simple qu'élémentaire, au moyen de théories moins abstraites, de démonstrations concises autant qu'élégantes.

Cet ouvrage, qui traite de toutes les opérations du *géomètre arpenteur*, peut être considéré comme le *classique le plus complet* que les élèves peuvent avoir en ce moment sur l'arpentage; un

grand nombre d'applications et de *problèmes gradués et variés* les fortifient dans cette étude et les rendent capables *d'opérer immédiatement sur le terrain sans aucune hésitation. Deux tableaux de topographie* gravés sur acier et lavés avec le plus grand soin, et près de *deux cents dessins* intercalés dans le texte, facilitent l'intelligence des détails.

On remarquera donc que *notre méthode diffère complétement de toutes celles qui l'ont précédée* : en effet, nous nous contentons de dire simplement à nos élèves :

Voici la marche à suivre pour arpenter un terrain horizontal ou incliné (régulier ou irrégulier) ; — un plan se lève de telle manière dans telle circonstance ; — on lave telle espèce de culture avec telle teinte ; — une superficie de telle forme se partage de telle manière ; — on borne les terrains suivant telles formalités ; — on cube tel corps par tel procédé ; — enfin on rédige un acte quelconque dans tel sens, suivant telles conditions, etc., en nous dispensant toutefois de nous occuper de ce qui n'est point relatif directement à notre sujet, et en évitant les discussions de principes qui jettent toujours de l'incertitude dans l'esprit de l'opérateur.

Ce cours est divisé en quatre parties :

La première partie comprend les notions de géométrie indispensables pour étudier convenablement l'arpentage en général, et elle présente la description complète des principaux instruments employés sur le terrain et sur le papier.

La seconde partie traite de l'arpentage proprement dit, — du levé des plans, — du partage des superficies, — du lavis des plans, — du bornage des terrains, et donne en même temps tous les conseils nécessaires pour opérer avec habileté dans chacune de ces subdivisions.

La troisième partie s'occupe de la cubature des corps en général, ainsi que de la mesure des distances et des hauteurs inaccessibles. Cette partie est complétée par des notions générales sur les mesures métriques décimales.

La quatrième partie présente les lois, formules et modèles de procès-verbaux que l'on peut être appelé à rédiger ; elle est terminée par des observations sur le partage amiable et judiciaire.

Puisse cet ouvrage contribuer à propager partout une connaissance d'une nécessité de plus en plus comprise, à une époque où l'*Agriculture* se trouve encouragée comme un art qui contribue essentiellement au bien-être des populations en général :

NOTRE UNIQUE BUT SERA ATTEINT.

D. PUILLE (*d'Amiens*).

Paris, 15 août 1851.

EXPLICATION DES SIGNES

EMPLOYÉS DANS CET OUVRAGE

ET DÉVELOPPEMENT DE PLUSIEURS OPÉRATIONS

indiquées dans quelques formules numériques.

Observation. Pour déterminer les opérations qu'on doit effectuer sur les quantités d'une manière abrégée, on fait usage de *certains signes* qu'on dispose d'une manière particulière, afin d'établir, en tableau, les relations qui existent entre les quantités connues pour obtenir celles qui sont inconnues.

Le tableau des opérations ainsi indiquées se nomme *Formule* [1].

DES SIGNES.

Voici les principaux *signes* dont on fera usage dans ce Cours :

1° Le signe (+) qu'on énonce *plus*, placé entre deux quantités, indique qu'on doit en faire la somme.

Ainsi $B+B'$ exprime la somme des quantités B et B';

2° On fait usage du signe (—), qu'on énonce *moins*, pour désigner la différence de deux quantités.

Ainsi $B-B'$ indique la différence des quantités B et B' ;

3° Le produit de deux quantités s'exprime par le signe (×), qu'on énonce *multiplié par*, ou par un point placé entre les quantités.

Exemple : 8×5 ou 8.5;

4° Lorsqu'on veut indiquer la division de deux quantités, on emploie le signe (:) qu'on énonce *divisé par*, ou on écrit ces deux quantités l'une sous l'autre en les séparant par un trait horizontal.

Exemple : $24:6$ ou $\frac{24}{6}$;

[1] On distingue deux sortes de formules : les unes sont *numériques* lorsqu'elles ne contiennent que des chiffres ; les autres sont *algébriques* quand elles ne renferment que des lettres.

5° Le signe (=) qu'on énonce *égale*, placé entre deux quantités, indique que ces quantités sont égales ; il sert encore pour exprimer l'égalité de deux résultats d'opérations.

Exemple : B=D ou (7+5)=(8—3+7) ;

6° On indique une puissance quelconque d'un nombre en écrivant à la droite de ce nombre, et un peu au-dessus, un chiffre qui indique le degré de la puissance.

Ainsi, pour indiquer la troisième puissance d'un nombre, on écrira $\overline{6}^3$ ou $(6)^3$; la sixième puissance d'un nombre sera indiqué par $\overline{9}^6$ ou $(9)^6$, en écrivant le nombre qu'on doit élever à la puissance déterminée, et en plaçant un trait au-dessus, à la droite duquel on écrit le chiffre qui est l'indice de la puissance[1], ou en plaçant le nombre entre deux parenthèses à la droite et en dehors desquelles on écrit l'indice de la puissance.

7° Pour indiquer une racine quelconque à extraire, on fait usage du signe ($\sqrt{\ }$) qu'on énonce *radical* ; on marque le degré de la racine en plaçant un petit chiffre entre les deux branches du radical, excepté pour la racine carrée qu'on exprime par un radical non surmonté d'un chiffre.

Exemple : $\sqrt{16}$ (racine carrée de 16); $\sqrt[3]{125}$ (racine troisième ou cubique de 125) ;

8° Le signe (>) ou (<), qu'on énonce *plus grand que* ou *plus petit que*, se place entre deux quantités inégales. On observe que l'ouverture du signe se trouve tournée vers la quantité la plus grande :

Exemple : BC>MN et 15<60 signifie BC plus grand que MN, et 15 plus petit que 60 ;

DES FORMULES.

Quand nous écrirons $\left(\frac{(B+B')\times H}{2}\right)$ ou $\left(\frac{(3,4+4,5)\times 1,9}{2}\right)$ nous indiquerons d'une manière abrégée que pour obtenir la surface d'une figure nommée *trapèze*, on fait la somme de la première base ou de B avec la seconde ou B', pour multiplier cette somme par la hauteur ou H et diviser ensuite le résultat par 2.

Cette manière abrégée d'indiquer les opérations se nomme *formule*.

Pour comprendre parfaitement l'esprit de certaines formules, il faut encore connaître les principes suivants :

[1] Ce chiffre se nomme *exposant*.

1° *Lorsque dans les formules certaines quantités sont liées entre elles par des signes quelconques sans qu'aucune de ces quantités soit renfermée entre parenthèses, on doit faire successivement les opérations indiquées par ces signes.*

Exemple. Soit la formule numérique suivante .

$$25-9+7\times6.$$

Développement de cette formule.—De 25 on retranchera d'abord 9 pour avoir 16 ; on ajoutera 7 au nombre 16 pour obtenir 23 que l'on multipliera enfin par 6 pour avoir le résultat 138 ;

2° *Quand, dans une formule, il se trouve des quantités renfermées entre parenthèses, on fait d'abord sur ces quantités les opérations indiquées par les signes et on lie le résultat au précédent ou à celui qui suit avec le même signe qui précédait ou qui suivait la partie contenue dans les parenthèses.*

Exemple. Soit, $35-4+(9\times5)$.

Développement de cette formule.—Après avoir multiplié 9 par 5, pour avoir 45 au lieu de (9×5), on obtiendra la nouvelle formule

$$35-4+45$$

sur laquelle on opérera comme dans le cas précédent ;

3° *Dans une formule, on peut avoir diverses quantités renfermées entre de doubles parenthèses : alors on effectue en particulier les opérations indiquées dans les petites parenthèses pour ne former qu'un nombre, puis on détermine un seul nombre avec les deux résultats obtenus, en le rattachant à la quantité qui précède et à celle qui suit au moyen du signe dont les quantités étaient précédées et suivies avant leur réduction.*

Exemple : Soit $4-2+\Big((15\times2-7)-(3\times4)\Big)+105$.

Développement de cette formule.—On commence par effectuer les opérations indiquées dans la partie $(15\times2-7)$ ce qui donne $15\times2=30-7=23$.

On effectue ensuite l'opération indiquée par (3×4) ce qui donne 12. On retranche ensuite 12 de 23 et l'on obtient le nombre 11.

En rétablissant la formule simplifiée on a :

$$4-2+11+105$$

sur laquelle on opère d'après le principe établi au 1°.

NOMBRES DÉCIMAUX

ET PARTIES DÉCIMALES.

Observation. Nous allons simplement résumer ce qu'il y a d'important à dire sur les *nombres décimaux* et sur les *parties décimales*; car nous laissons aux maîtres le soin de développer convenablement le système décimal, dont la connaissance est indispensable pour faire toutes les opérations relatives à l'arpentage.

On nomme *parties décimales*[1] les subdivisions que l'on obtient en partageant l'unité en parties égales de dix en dix fois plus petites.

Le nombre décimal contient plusieurs unités entières jointes à des subdivisions d'une de ces unités.

Pour former les décimales, on considère l'unité comme étant partagée en dix parties égales auxquelles on donne le nom[2] de *dixièmes;* chaque dixième se divise en dix parties nommées *centièmes;* les centièmes se subdivisent en dix parties nommées *millièmes*, et ainsi de suite.

On voit dans la numération des nombres entiers que chacun des ordres multiples de l'unité prend son nom relativement à l'unité simple: lorsqu'on dit *dix, cent*, on exprime *dix* unités, *cent* unités; ces nombres croissent de dix en dix à mesure qu'on passe des dix aux cent, des cent aux mille, etc.

Dans les nombres décimaux, c'est le contraire; ces nombres décroissent de dix en dix à mesure qu'on s'éloigne des unités simples :

Ainsi, un *dixième* vaut dix fois moins que l'unité, un *centième* vaut la dixième partie du dixième, par conséquent le centième de l'unité; le *millième*, qui vaut le dixième d'un centième ou le centième d'un dixième, vaut naturellement mille fois moins que l'unité et ainsi des autres ordres suivants.

Le nom des *parties décimales* ayant été donné relativement à l'unité simple comme ceux des nombres entiers, et ces derniers ne

[1] Par *fractions décimales*, on entend une ou plusieurs parties décimales réunies.

[2] Le nom des *parties décimales*, dans chaque ordre, est relatif à l'unité comme celui des ordres d'unités entières.

différant que par leur terminaison, il suit de là que ces parties d'entiers jouent directement un rôle contraire aux nombres entiers par rapport à l'unité :

Ainsi pour énoncer les nombres croissants de l'unité, nous disons :

Unité, dix,[1] *cent, mille, dix mille, cent mille*, etc.; en ajoutant la simple terminaison *ième ;* à la suite de chacun de ces noms d'ordre, nous avons les noms des ordres décroissants de cette unité:

Ainsi, on obtiendra facilement les noms *dixième, centième, millième, dix-millième*[2], *cent-millième*, etc.

L'écriture des parties décimales est fondée sur le même principe que celle des nombres entiers, mais dans la progression décroissante : ainsi les dixièmes se placent à la droite des unités, les centièmes à la droite des dixièmes, les millièmes à la droite des centièmes, etc., en employant une virgule que l'on place entre le chiffre qui représente les unités simples et celui des dixièmes.

OPÉRATIONS FONDAMENTALES.

Addition. On fait l'addition des nombres décimaux ou des parties décimales de la même manière que celle des nombres entiers; c'est-à-dire qu'on écrit les unités de même ordre les unes sous les autres, puis on place une virgule au résultat dans la colonne verticale des virgules de chaque nombre proposé.

Soustraction. Pour faire la soustraction des nombres entiers et des parties décimales, on écrit les nombres l'un sous l'autre de manière que les unités de même ordre se correspondent en colonnes verticales, puis on complète par des zéros celui de deux nombres qui contient moins de décimales pour opérer comme s'il s'agissait de nombres entiers. On place la virgule au résultat dans les mêmes conditions que pour l'addition.

Multiplication. La multiplication des nombres entiers et des parties décimales s'effectue comme celle des nombres entiers (sans avoir égard à la virgule de chaque facteur), puis on sépare sur la droite du résultat autant de chiffres décimaux qu'il y en a dans les deux facteurs.

[1] Nous n'acceptons pas les noms *dizaine, centaine, mille, dizaine de mille, centaine de mille*, etc. dans la numération des nombres entiers, afin de déterminer plus facilement le nom des parties décimales.

[2] On comprend plus facilement le rapport entre le nom *dix mille*, multiple de l'unité, et le *dix millième*, sous-multiple correspondant; qu'entre le nom *dizaine de mille* et *dix-millième*. Cet exemple suffit pour faire comprendre l'avantage que nous signalons.

Division. Pour faire la division des nombres décimaux et des parties décimales on commence par compléter par des zéros celui des nombres qui a le moins de décimales, on supprime les virgules, puis on opère comme s'il s'agissait de nombres entiers.

REMARQUE. Lorsque la division donne un reste, on écrit à la droite du reste autant de zéros qu'on veut avoir de chiffres décimaux au quotient, et ces derniers, dans le quotient, sont séparés de la partie entière au moyen d'une virgule.

Fractions ordinaires.—Fractions décimales. On convertit une fraction ordinaire en fraction décimale en divisant le numérateur de la fraction ordinaire (suivi d'autant de zéros qu'on veut avoir de décimales au quotient) par son dénominateur.

Le quotient commence par un zéro suivi d'une virgule à la droite de laquelle on écrit successivement les chiffres provenant de la division.

Réciproquement. On convertit une fraction décimale en fraction ordinaire en écrivant d'abord le nombre placé à la droite de la virgule pour déterminer le numérateur et au-dessous duquel on écrit l'unité suivie d'autant de zéros qu'il y a de chiffres décimaux à la droite de la virgule.



EXTRACTION DE LA RACINE CARRÉE

DES NOMBRES ENTIERS ET DES NOMBRES DÉCIMAUX.

Observation. Comme certaines opérations relatives à l'arpentage exigent l'extraction de la racine carrée des nombres, nous présentons ici le procédé d'extraction de cette racine avec autant de clarté que possible pour mettre les élèves en état d'effectuer cette opération au besoin : c'est donc le moyen pratique que nous allons simplement indiquer.

Nombres entiers. On donne le nom de *Puissance des nombres* aux divers produits résultant de la multiplication de ces nombres 1, 2, 3, 4, etc., fois par eux-mêmes. En particulier, on nomme *carré* d'un nombre le produit résultant de la multiplication de ce nombre par lui-même.

Ainsi 16 est le carré de 4, parce qu'il résulte de la multiplication de 4 par 4 ; le nombre 49 est le carré de 7, puisque ce nombre provient de 7 multiplié par 7.

Réciproquement, on appelle *Racines des nombres* les quantités numériques qui, multipliées 1, 2, 3, 4, etc., fois par elles-mêmes, reproduisent les nombres. En particulier, on appelle *racine carrée* d'un nombre la quantité numérique qui, multipliée par elle-même, reproduit ce nombre.

Ainsi 4 est la racine carrée de 16, puisque 4 multiplié par 4 produit 16 ; la quantité numérique 7 est la *racine carrée* de 49, car 7 multiplié par 7 donne 49.

Pour pouvoir extraire la racine carrée d'un nombre quelconque, il est indispensable de connaître préalablement le carré de dix premiers nombres : chacun de ces

derniers est, par conséquent, la racine carrée correspondante de chacun de ces dix premiers nombres.

Ainsi, les carrés des dix premiers nombres sont :

1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100;

et les racines respectives :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

D'où l'on peut remarquer qu'un nombre d'un seul chiffre en donne au plus deux à son carré, et que le plus petit nombre de deux chiffres, 10, en a au moins trois à son carré.

Pour indiquer qu'un nombre doit être élevé au carré, on écrit ce nombre, puis à la droite et un peu au-dessus on met le chiffre 2. Ainsi le carré des nombres 8, 9, 12 s'écrit 8^2, 9^2, 12^2, ou en plaçant le nombre entre parenthèses $(8)^2$, $(9)^2$, $(12)^2$.

On exprime qu'il faut déterminer la racine carrée d'un nombre en écrivant d'abord ce nombre, puis en plaçant à sa gauche le signe $\sqrt{\ }$ (nommé *radical*) dans les branches duquel on met le chiffre qui est l'indice de la racine. (Pour la racine carrée seulement, on est dans l'usage de sous-entendre ce chiffre.)

Ainsi la *racine carrée* de 16 et de 81 s'indique par $\sqrt[2]{16}$ et $\sqrt[2]{81}$, ou bien, suivant l'usage ordinaire, par $\sqrt{16}$ et $\sqrt{81}$.

Le carré d'un nombre composé au moins de deux chiffres[1] (*dizaines et unités*) contient trois parties :

1° *Le carré des dizaines ;*
2° *Le double produit des dizaines par les unités;*
3° *Le carré des unités.*

[1] Un nombre quelconque peut toujours se décomposer en deux parties, en *dizaines* et en *unités*.
Ainsi 368 et 1724 se décomposent en 36 dizaines et 8 unités, et 172 dizaines et 4 unités.

Ainsi le carré du nombre 25 contient les produits suivants :

25	
25	
25	carré des unités ;
10 10	double produit des dizaines par les unités ;
4	carré des dizaines.
625	carré de 25 ou $(25)^2$.

Les nombres qui sont des carrés parfaits sont appelés *nombres commensurables* : tels sont 16 et 81. On appelle *nombres incommensurables* ceux qui, comme 18 et 87, ne sont pas des carrés parfaits.

RÈGLE A SUIVRE POUR EXTRAIRE LA RACINE CARRÉE D'UN NOMBRE QUELCONQUE.

Pour extraire la racine carrée *d'un nombre entier quelconque*[1]*, on divise le nomrbe donné en tranches de deux chiffres, à partir des unités, puis on tire deux lignes comme pour faire une division ; ensuite on cherche le plus grand carré contenu dans la première tranche à gauche ; on en écrit la racine à la place ordinaire du diviseur, et l'on ôte le carré de cette racine de la tranche sur laquelle on a opéré.*

A côté du reste on descend la tranche suivante dont on sépare le chiffre de droite. On divise les autres chiffres par le double de la racine trouvée. Pour vérifier ce chiffre, on l'écrit à la droite du double de la racine et l'on multiplie le nombre obtenu par ce même quotient ; on retranche le produit du dividende réuni au chiffre séparé ; si la soustraction est possible,

[1] Nous nous dispensons de donner ici l'intéressante théorie de la *formation des puissances des nombres* et celle de l'*extraction de leurs racines* ; cela nous conduirait trop loin et nous ferait écarter du but que nous désirons simplement atteindre.

on écrit le chiffre trouvé au quotient à la place réservée pour la racine.

A la droite de ce nouveau reste, on abaisse la tranche suivante dont on sépare le chiffre à droite, et l'on opère absolument de la même manière que précédemment, et ainsi de suite pour déterminer les autres chiffres de la racine.

Remarque. Lorsque la soustraction n'est pas possible, il faut diminuer d'une unité le chiffre trouvé au quotient ; quand le reste égale le double de la racine trouvée plus l'unité, le quotient obtenu est trop faible ; il faut l'augmenter au moins d'une unité. Enfin, si la partie séparée est moindre que le double de la racine déjà trouvée, on met un zéro à la racine et l'on abaisse la tranche suivante.

Application. *Soit proposé d'extraire la racine carrée du nombre* 3426201.

```
3.4 2.6 2.0 1 | 1851
              |-------
2 4.2         |  28×8
  1 8 6.2     | 365×5
      3 7 0.1 |3701×1
      0 0 0 0 |

      18 5 1
      1 8 5 1
    ---------
      1 8 5 1
    9 2 5 5
  1 4 8 0 8
  1 8 5 1
  -------------
  3 4 2 6 2 0 1
```

Nous disposons l'opération comme s'il s'agissait de faire une division; nous partageons le nombre en tranches de deux chiffres en allant de droite à gauche ; nous cherchons le plus grand carré contenu dans 3, le tableau précédent nous donne 1 dont la racine est 1 ; nous retranchons $1 \times 1 = 1$ de 3, il reste 2 à côté duquel nous abaissons la tranche 42 dont nous séparons le chiffre 2. Nous doublons la racine 1 et nous obtenons 2 que nous écrivons à la place qui, dans une division, est réservée au quotient; nous divisons 24 par 2 : comme on ne peut pas prendre un nombre plus grand que 9, nous essayons 9 et nous remarquons que ce nombre est

trop fort, car le produit 261 ne peut pas être retranché de 242. Nous prenons 8 que nous écrivons à la droite de 2 (double de la racine), nous obtenons 28 que nous multiplions par 8; le produit 224 étant retranché de 243 donne 18 pour reste; le chiffre 8 étant bon, nous l'écrivons à la racine; puis nous abaissons la tranche 62 du nombre, à la droite du reste 18, et nous séparons le chiffre 2. Nous doublons la racine 18, ce qui donne 36 que nous écrivons sous le nombre 28; nous divisons 186 par 36, et nous obtenons 5 pour quotient; nous écrivons 5 à la droite de 36, et nous multiplions 365 par 5; le produit 1825 étant retranché de 1862 donne 37 pour reste: nous écrivons alors 5 à la racine.

Enfin, à la droite de 37, nous abaissons la tranche 01, ce qui donne 3701, dont nous séparons le chiffre 1; nous doublons la racine 185, ce qui donne 370 que nous écrivons sous 365; nous divisons 370 par 370 ; le quotient étant 1, nous l'écrivons à la droite de 370, ce qui donne 3701 que nous multiplions par 1; le produit 3701 étant retranché de 3701 donne 0 pour reste: nous écrivons 1 à la racine.

Ainsi la racine demandée est 1851, et comme le nombre 3426201 est un carré parfait, il est *commensurable*.

On peut faire la preuve de l'opération en multipliant 1851 par lui-même: le produit exprime le nombre proposé.

Nombres décimaux. Pour extraire la racine carrée des nombres décimaux, on emploie le même procédé que dans le cas précédent; mais on partage le nombre entier en partant de la virgule et de *droite* à gauche, puis la partie décimale de *gauche à droite*, en partant de la virgule, en ayant soin d'écrire un zéro à la dernière tranche de droite ou de la partie décimale, si elle n'a qu'un chiffre, (*cela ne change rien au nombre.*)

Lorsque l'opération est terminée, on sépare par une

virgule, et sur la droite de la racine, autant de chiffres qu'il y a de tranches de deux chiffres dans la partie décimale du nombre proposé.

Lorsqu'on veut déterminer la racine carrée avec un nombre de chiffres décimaux déterminés, on écrit à la droite du nombre dont on cherche la racine autant de fois deux zéros qu'on désire de décimales.

Ainsi, pour avoir la racine carrée de 896 avec deux décimales à la racine, on écrit 4 zéros à la droite de 896, ce qui donne 8960000, puis, lorsque l'opération se trouve terminée, on sépare deux chiffres à la droite de la racine trouvée.

Application. *Soit proposé d'extraire la racine carrée du nombre décimal* 1328,0625.

2 3,2 8,0 6,2 5	48,25
7 2,8	88×8
2 4 0,6	962×2
4 8 2 2,5	9645×5
0 0 0 0	

4 8,2 5
4 8,2 5
2 4 1 2 5
9 6 5 0
3 8 6 0 0
1 9 3 0 0
2 3 2 8,0 6 2 5

Le nombre étant disposé comme on l'a indiqué précédemment, nous déterminons la racine carrée par le même procédé que pour l'exemple précédent; puis nous séparons deux chiffres sur la droite de la racine 4825, ce qui donne 48,25.

Observation. Lorsque le nombre proposé est *incommensurable*, on doit ajouter le reste au produit résultant du carré de la racine, quand on forme ce carré pour vérifier si la racine trouvée est exacte.

COURS COMPLET
D'ARPENTAGE
ÉLÉMENTAIRE,
DE LEVÉ ET DE LAVIS DES PLANS.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE I[er].

Notions élémentaires de Géométrie, préparatoires à l'Étude de l'Arpentage.

Observation. Nous donnons ici quelques *définitions* et *notions de Géométrie*, dont la connaissance est indispensable au *Géomètre-arpenteur*. Ces notions suffiront à celui qui veut pratiquer sur le terrain les opérations ordinaires de l'Arpentage; mais nous engageons les élèves à compléter leurs connaissances en *Géométrie élémentaire* [1]; car en développant leur intelligence, ils pourront un jour se distinguer dans les travaux qui leur seront confiés.

GÉOMÉTRIE.

1. La *Géométrie* a pour objet la *mesure* et les *propriétés* de l'*étendue*. Ce mot *géométrie* signifie littéralement *mesure de la terre*.

[1] Voir notre Cours de Géométrie élémentaire, *théorique et pratique*.

2. On nomme *étendue*, en général, ce qui réunit les trois dimensions, *longueur*, *largeur* et *épaisseur* ; cette dernière se nomme aussi *profondeur*.

Lorsque l'*étendue* n'a qu'une dimension, la *longueur*, elle prend le nom de *ligne*.

L'*étendue* qui présente deux dimensions, *longueur* et *largeur*, se nomme *surface*.

Quand l'*étendue* possède les trois dimensions, *longueur*, *largeur*, *épaisseur* ou *profondeur*, on la nomme *volume*, *corps* ou *solide*.

3. Nous diviserons ce *chapitre* en *trois sections*.

La première traitera des diverses espèces de *lignes* et de leurs tracés ; la seconde exposera l'étude complète des *surfaces* ; enfin la troisième présentera les définitions et les notions relatives aux *volumes*.

SECTION PREMIÈRE.

DES LIGNES.

4. On donne le nom de *ligne* à un trait qui indique le passage d'un point à un autre ; il n'a ni *largeur* ni *épaisseur*. Les *extrémités* d'une *ligne* se nomment *points* ; ces derniers n'ont pas d'étendue [1].

5. Nous considérons plusieurs sortes de lignes (fig. 1) :

1° la *ligne droite* AB, dont tous les points sont dans la même direction, et qui indique le plus court chemin pour aller du point A au point B.

Fig. 1.

2° la *ligne courbe* CD, qui n'est ni droite ni composée de lignes droites, et dont tous les points ne sont pas dans la même direction.

[1] On nomme encore *point* l'endroit où deux lignes se coupent comme *efg* (fig. 1).

3° la *ligne brisée* MN, formée de plusieurs lignes, *soit droites*, *soit courbes*, qui se coupent deux à deux en déterminant les points *e, f, g*.

6. Une ligne droite est *déterminée* lorsque l'on connaît *deux points de sa direction*; elle est *indéterminée* lorsqu'on ne connaît qu'un de ces points. Pour qu'une *ligne courbe* soit déterminée, il faut connaître trois points de sa direction[1].

7. On distingue encore (fig. 2) :

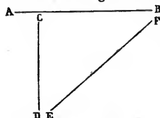


Fig. 2.

1° la *ligne horizontale* AB, formée par la surface des eaux tranquilles, ou la ligne qui suit la direction de l'horizon.

2° la *ligne verticale* CD, déterminée par la direction que prend dans l'espace un corps abandonné à lui-même ; cette ligne suit la direction d'un fil plomb.

3° la *ligne oblique* EF, qui s'écarte de la *direction horizontale*, et de la *direction verticale*.

8. Par *ligne perpendiculaire* (fig. 3), on entend celle qui, en tombant sur une autre, ne penche ni à droite ni à gauche de cette autre ; telle est la ligne EB par rapport à la ligne CD.

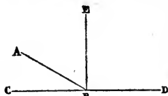


Fig. 3.

Remarque. La *ligne verticale* est essentiellement *perpendiculaire* sur la *ligne horizontale* et réciproquement. Quant à la ligne oblique, elle ne peut être *perpendiculaire* que sur une autre *ligne oblique* ou sur une horizontale.

9. Deux ou un plus grand nombre de lignes, (*soit droites*,

[1] Il s'agit ici d'une ligne courbe portion d'une circonférence ou arc de cercle, et non de la courbe constituant l'*ellipse*, dont nous parlerons plus loin.

soit courbes) sont dites parallèles entre elles, lorsqu'étant situées sur un même plan [1], et dirigées dans le même sens, elles conservent, dans toute leur longueur, le même écartement, étant prolongées à l'infini; telles sont : AB et CD ou MN et OP (fig. 4). La distance de deux parallèles est mesurée par la perpendiculaire commune à l'une et à l'autre de ces lignes.

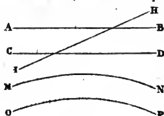


Fig. 4.

10. On appelle *sécante* une ligne droite IH (fig. 4), qui en coupe deux ou plusieurs autres. Nous parlerons plus loin de cette dernière espèce de ligne et des angles qu'elle détermine avec les parallèles.

11. On nomme *circonférence* de cercle une ligne courbe ABCIA (fig. 5), dont tous les points sont également distants d'un point intérieur O appelé *centre*.

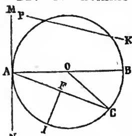


Fig. 5.

Toute ligne droite AB, qui passe par le centre en aboutissant par ses extrémités à deux points de la *circonférence*, est un *diamètre;* la moitié d'un *diamètre*, comme OB ou OC, se nomme *rayon ;* cette ligne part du centre et aboutit à un des points de la *circonférence*.

Une ligne droite MN, qui ne touche la *circonférence* qu'en un point A, se nomme *tangente* [2]. On nomme *corde* ou *sous-tendante,* la ligne droite AC, qui aboutit par ses extrémités à deux points de la *circonférence* sans passer par le centre : *le diamètre* AB est la plus longue des cordes. On nomme *arc de cercle* la portion AIC de la *circonférence*

[1] Voir le mot *plan*, section des surfaces (n° 29).
[2] Le point A est nommé *point de contact*.

sous-tendue par la *corde* AC. La *flèche* est une ligne droite IF, qui tombe perpendiculairement, par une de ses extrémités, sur le milieu d'une *corde*, et dont l'autre extrémité aboutit à un point de la *circonférence ;* cette ligne mesure la plus grande distance de la corde à l'arc qu'elle soustend ; enfin on nomme *sécante* toute ligne droite, PK, qui traverse la *circonférence* en la coupant en deux endroits.

Division de la circonférence.—**12.** Toute *circonférence,* quel qu'en soit le rayon, se divise en 360 parties égales appelées *degrés ;* chaque degré vaut 60 *minutes ;* chaque minute vaut 60 *secondes ;* cette division de la *circonférence* est appelée *division sexagésimale ;* elle est conservée par la plupart des *Géomètres-arpenteurs,* à cause de certains avantages qu'elle présente dans la pratique par rapport au grand nombre de diviseurs de 60 et 360 ; on avait voulu la remplacer depuis plusieurs années par la *division centigrade* ou *centésimale,* qui est aujourd'hui abandonnée.

13. Dans la *division centigrade,* la *circonférence* est divisée en 400 parties égales nommés *grades,* chaque grade est partagé en 100 *minutes,* chaque *minute* vaut 100 *secondes,* etc. Le *quart* d'une *circonférence* est nommé *quadran,* il vaut 90 degrés ou 100 *grades.*

14. Dans la division de la circonférence en *degrés, minutes* et *secondes,* on indique, d'une manière abrégée, les *degrés* par (°) placé à la droite et un peu au-dessus du nombre, les *minutes* par (′), les *secondes* par (″). Ainsi 8° 4′ 5″ exprime 8 *degrés,* 4 *minutes,* 5 *secondes.* Dans la nouvelle division, le signe (°) est remplacé par la lettre G, initiale du mot *grade.* Ex. 8^{G}.

Rapport du diamètre a la circonférence et réciproquement.—**15.** Si l'on porte la longueur du *diamètre* sur celle de la circonférence qui le détermine, on remarque que *cette longueur du diamètre n'est pas exactement contenue dans celle de la circonférence.* Plusieurs savants ont déter-

miné approximativement le rapport de la *circonférence* au *diamètre*, puisqu'entre ces deux lignes il n'y a point de commune mesure.

16. Le rapport le plus simple et le plus communément employé, est celui d'ARCHIMÈDE; il s'écrit $\frac{22}{7}$, c'est-à-dire que si la circonférence a 22 unités de longueur, le diamètre en a 7; par conséquent la circonférence, d'après ARCHIMÈDE, contient trois fois le diamètre, plus $\frac{1}{7}$ de ce diamètre.

MÉTIUS a trouvé un rapport plus rapproché; il s'écrit $\frac{355}{113}$, c'est-à-dire qu'une *circonférence* de 355 unités de longueur a 113 unités pour celle du diamètre. En réduisant la fraction $\frac{355}{113}$ en nombre décimal on a 3,14159...... etc., et en forçant d'une unité la quatrième décimale, on a 3,1416, c'est-à-dire que la circonférence contient, d'après MÉTIUS, trois fois le diamètre, plus 1416 dix-millièmes de ce diamètre (*à un dix-millième près.*)

17. D'après ce qui précède, il est facile de déterminer la longueur de la *circonférence* par la longueur donnée du *diamètre*.

Etablissant le rapport de la *circonférence* au *diamètre*, on a $\frac{355}{113} = 3{,}1416$; celui du *diamètre* à la *circonférence* sera $\frac{113}{355} = 0{,}3183$.

Donc 1° Si l'on a une *circonférence* de 8 mètres, son *diamètre* sera égal à 8 mètres divisé par $\frac{355}{113}$ ou $8 \times \frac{113}{355} = 8 \times 0{,}3183$ ce qui donne 2 mètres 5464 dix-millièmes de mètre.

2° Le *diamètre* étant 5 mètres, on aura la longueur de la *circonférence* en multipliant 5 par $\frac{355}{113}$ ou 5 par 3,1416, ce qui égale 15 mètres et 7080 dix-millièmes de mètre[1].

[1] *Donc*, lorsqu'on connaît la longueur d'un diamètre, pour avoir celle de la circonférence à laquelle il appartient il faut multiplier cette longueur du diamètre par 3,1416 : le produit exprime la longueur de la circonférence; pour avoir la longueur du diamètre,

Nous reviendrons sur ces sortes d'opérations lorsque nous nous occuperons de la *surface du cercle* et des *éléments* qui le constituent.

PROBLÈMES.

1er problème. *On propose d'élever, par un point donné, une perpendiculaire à une droite.*

1° *Le point donné est situé sur la droite.*

Solution. Soit P (fig. 6) le point sur lequel on veut élever une perpendiculaire; avec une ouverture quelconque de compas et du point P comme centre, on décrit les arcs M et N de même rayon, puis des points M et N, aussi comme centre, et avec une ouverture de compas plus grande que PN, on décrit les arcs en C: la perpendiculaire demandée sera la ligne tirée de P en C.

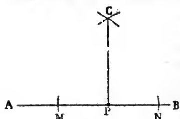


Fig. 6.

On opérerait absolument de la même manière, si la perpendiculaire devait être abaissée à l'extrémité d'une ligne; seulement il faudrait prolonger la ligne, à partir de l'extrémité où devrait être abaissée cette perpendiculaire.

Remarque. Comme il peut arriver que la ligne sur laquelle on veut élever une perpendiculaire ne puisse pas être prolongée, voici un autre moyen dont on peut également faire usage:

Du point O (fig. 7) comme centre, et avec une ouverture

connaissant celle de la circonférence, on multiplie la longueur de cette circonférence par 0,3183 : le produit donne la longueur du diamètre.

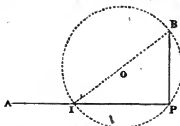


Fig. 7.

de compas égale à O P, on décrit une circonférence IPBI, puis du point I on tire le diamètre IB, qui détermine le point B où doit passer la perpendiculaire BP.

Voici un autre moyen dont on se sert également :

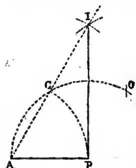


Fig. 8.

Du point P, dont on veut élever la perpendiculaire, on décrit l'arc AB ; du même rayon, à partir du point A, on coupe cet arc en C, du point C on décrit l'arc I, et l'on mène la ligne A I qui détermine sur l'arc I le point où doit passer la perpendiculaire. Autrement, lorsqu'on a porté le rayon de A en C, et de C en O, de ces points C et O, comme centre, on décrit les arcs qui se coupent en I; leur intersection détermine le point où doit passer la perpendiculaire IP.

2° *Le point donné est situé hors de la ligne droite.*

Solution. Soit P le point duquel on veut abaisser une

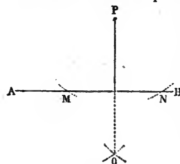


Fig. 9.

perpendiculaire sur la ligne AB; du point P comme centre, et avec une ouverture de compas assez grande pour couper la ligne A B en deux endroits, on décrit les arcs M et N de même rayon; puis de ces points comme centre, on décrit, au-dessous, les arcs qui se coupent en O; la ligne PO, déterminée par les deux points P et O, est la perpendiculaire demandée.

2e problème. *On veut mener une parallèle à une ligne donnée.*

Solution. Soit AB (fig. 10) la ligne à laquelle on veut mener une parallèle.

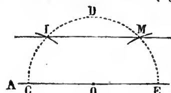


Fig. 10.

D'un point O, pris approximativement au milieu de la ligne A B, on décrit la demi-circonférence CDE d'un rayon arbitraire; du point C et du point E, comme centre et avec le même rayon, on décrit les arcs I et M : ils déterminent les deux points où doit passer la parallèle demandée.

Si l'un des points de la parallèle avait été donné en I, par exemple, on aurait fait passer l'arc de cercle C D I par ce point, et l'on aurait reporté l'arc I C de E en M, pour déterminer le second point de la direction de la parallèle.

Voici un second moyen qu'on peut encore employer : Du point B (fig. 11) on tire la ligne oblique B M, puis on détermine sur cette ligne BM le point O, qui marque la distance des parallèles. Du point B, comme centre, et avec une certaine ouverture de compas, on trace un arc de cercle IP, situé entre la ligne oblique B M et la ligne droite A B; avec la même ouverture et du point O comme centre, on trace l'arc de cercle arbitraire FN, et sur cet arc de cercle FN on porte la longueur de l'arc de cercle PI, de F en G : le point G est l'endroit où doit passer la parallèle CD.

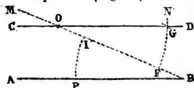


Fig. 11.

3e problème. *On veut partager une ligne droite en un nombre quelconque de parties égales, en 5 parties par exemple.*

Solution. On peut résoudre cette question par plusieurs moyens différents; nous en présentons trois.

Premier moyen. Soit la ligne A B à partager en cinq parties égales (fig.12).

On abaisse une perpendiculaire d'une longueur arbitraire sur chaque extrémité de la ligne AB, l'une AM située au-dessus, et l'autre BN située au-dessous[1]; puis on porte sur chacune de ces perpendiculaires, avec une même ouverture quelconque de compas, 4 parties égales, c'est-à-dire autant de parties moins une qu'on veut en avoir dans la ligne AB; enfin l'on tire une ligne droite du point I au point C, du point L au point D, et ainsi de suite: ces lignes partagent la droite AB en 5 parties égales 1, 2, 3, 4, 5.

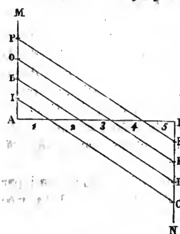


Fig. 12.

Deuxième moyen. Soit la ligne MN à partager en 5 parties égales (fig. 13).

On tire une ligne droite indéfinie AB, plus longue que la ligne à diviser, on marque sur cette ligne autant de parties égales 1, 2, 3, 4, 0 qu'on veut en avoir dans la ligne qui doit être divisée, puis on prend avec le compas la longueur totale A0 des cinq divisions[2]; avec cette ouverture de compas, et des extrémités de la ligne A0, comme centre, on décrit deux arcs qui se cou-

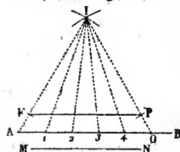


Fig. 13.

[1] Il suffit que ces deux lignes soient parallèles.

[2] Il faut avoir soin de prendre, pour chaque division, une longueur telle que la somme totale des divisions donne une longueur plus grande que la ligne qui doit être partagée.

pent en I, on joint par des droites le point d'intersection I à tous les points de section de la ligne AO.

On prend la longueur de la ligne donnée MN, on porte cette longueur de I en F et de I en P. enfin on joint les points FP ; la ligne donnée MN, dont la longueur égale la ligne FP, est partagée en 5 parties égales.

Troisième moyen. Soit la ligne AC à partager en 5 parties égales.

On porte arbitrairement 5 parties égales sur une ligne indéfinie AB (fig. 14) : du point A, on tire la ligne donnée, puis de l'extrémité C de cette ligne, on tire CH (H correspond à la 5e division), enfin on mène des points G, F, E, D des lignes parallèles à la ligne CH : ces parallèles déterminent les points de division de la ligne AC.

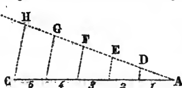


Fig. 14.

On peut donc, par l'un de ces trois moyens, partager une ligne droite en un nombre quelconque de parties égales.

4e problème. ***Trois points A, B, C étant donnés, non en ligne droite, on propose de faire passer une circonférence par chacun d'eux*** (fig. 15).

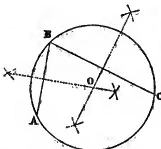


Fig. 15.

Solution. On tire les deux lignes AB et BC, puis on élève une perpendiculaire sur le milieu de chacune d'elles, *d'après le procédé que nous avons donné page* 11. Ces perpendiculaires se coupent au point O, qui est le centre du cercle demandé.

Par ce procédé, on peut facilement retrouver le centre d'un cercle ; pour cela, on mar-

que 3 points à volonté sur la circonférence, et l'on opère absolument comme il vient d'être dit.

SECTION II.

DES ANGLES ET DES SURFACES.

ANGLES.

18. On appelle *angle* l'espace indéfini compris entre deux lignes qui se coupent en un point qu'on désigne sous le nom de *sommet*. Chacune de ces lignes se nomme le *côté de l'angle*.

19. Pour désigner un angle lorsqu'il est seul, on énonce la lettre du *sommet :* ainsi l'on dit l'angle B ou l'angle M; lorsque plusieurs angles ont leur sommet au même point, pour les énoncer on emploie les trois lettres qui sont affectées à chacun d'eux, en ayant soin de placer au milieu la lettre du sommet : ainsi l'angle BCM désigne un angle dont le sommet est en C, et dont les côtés sont indiqués par les lignes BC et CM.

20. La grandeur d'un angle ne dépend pas de la longueur des côtés, mais de leur écartement plus ou moins considérable.

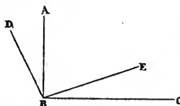


Fig. 16.

21. Suivant l'écartement des côtés d'un angle, nous distinguons (fig. 16) l'angle *droit* ABC : il vaut 90 degrés ou 100 grades, l'*angle aigu* EBC, plus petit que l'*angle droit*, enfin l'*angle obtus* DBC, plus grand que l'*angle droit*.

22. Quand une ligne droite AB (fig. 17) en rencontre une autre CD, elle détermine deux angles adjacents ABC et ABD, dont la somme égale deux angles droits.

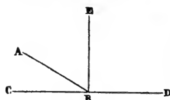


Fig. 17.

1° On nomme *angles suppléments* l'un de l'autre deux angles dont la somme vaut deux angles droits : ainsi ABC est l'angle *supplément* de ABD, et réciproquement ;

2° Par angle *complément* d'un autre, on entend celui qui avec cet autre vaut un angle droit : ainsi l'angle CBA est le *complément* de l'angle ABE, et réciproquement.

23. Quand deux lignes droites, telles que AB et CD, se coupent au point O (fig. 18), les *angles opposés* au sommet, comme AOC et DOB, sont égaux ; il en serait de même des angles AOD et COB.

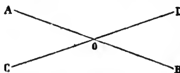


Fig. 18.

En effet, la somme des angles AOC et AOD égale deux angles droits, ils sont par conséquent suppléments l'un de l'autre ; la somme des angles AOD et DOB égale aussi deux angles droits ; or, si nous retranchons de ces deux sommes égales le même angle supplément AOD, il nous restera AOC=DOB, ce qui démontre l'énoncée[1] ; on prouverait de même que l'angle AOD=COB.

D'après ce qui précède, il est facile de comprendre que la somme d'un nombre quelconque d'angles formés autour d'un même point vaut quatre angles droits.

24. Lorsqu'une ligne droite MN (fig. 19) en coupe deux autres parallèles, elle détermine des angles de noms différents, suivant leurs positions.

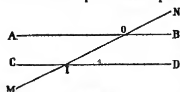


Fig. 19.

[1] Voir notre **Cours de Géométrie élémentaire**, *théorique et pratique*, pour les démonstrations complètes et rigoureuses des théorèmes.

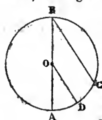
1° On nomme *angles correspondants* les angles tels que AOM et CIM, situés du même côté de la sécante MN, et dont l'ouverture est dirigée dans le même sens (*Les angles correspondants sont égaux*);

2° On appelle *angles alternes externes* des angles tels que AON et MID, ou NOB et CIM, situés dans un sens opposé, tant par rapport à la sécante MN qu'aux parallèles AB et CD. (*Les angles alternes externes sont égaux*);

3° Par *angles alternes internes*, on entend les angles comme AOM et NID, ou BOM et CIN, qui s'ouvrent entre les parallèles, et dans un sens opposé à la sécante MN (Les *angles alternes internes* sont égaux).

Observation. La somme des angles internes, du même côté de la sécante, tels que BOM et DIN, ou AOM et CIN, vaut deux angles droits; il en est de même de la somme des *angles externes* situés du même côté de la sécante: tels sont les angles NOB et MID, ou AON et CIM.

25. Relativement à leur position par rapport à la circonférence, les angles sont dits *inscrits,—au centre,—extérieurs.*



On nomme *angle inscrit* (fig. 20) tout angle ABC qui a son sommet en un point B de la circonférence, et dont les côtés sont des cordes.

Par *angle au centre,* on désigne un angle tel que AOD, dont le sommet O est situé au centre d'un cercle [1], et dont les côtés AO et OD sont des rayons.

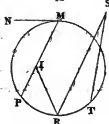


Fig. 20.

Enfin, l'*angle extérieur* est un angle dont le sommet S est situé au dehors du cercle, et dont les côtés RS et ST peuvent être considérés comme des sécantes.

Observation. Le sommet d'un angle

[1] Voir n° 60, le mot *cercle*.

peut être situé en un point quelconque du cercle : tel est l'angle PIR ; ces angles sont nommés *angles intérieurs au cercle*. D'autres angles, dont le sommet est situé sur un point de la circonférence ; et dont l'un des côtés est une tangente et l'autre une corde, sont nommés angles *inscrits intermédiaires* : tel est l'angle NMP.

Mesure et valeur des angles.—26. Les *angles* peuvent se mesurer en les comparant à une quantité de même espèce, c'est-à-dire à un angle d'une grandeur déterminée et connue : cet angle alors est pris pour unité. Ainsi la mesure d'un angle est le nombre de fois que l'angle proposé contient un autre angle pris pour unité.

27. La division de la circonférence en 360 [1] degrés ou en 400 grades nous a donné un certain nombre d'unités, *degrés* ou *grades* pouvant mesurer l'arc compris entre les côtés des angles : ainsi le degré ou le grade est l'unité de la mesure des angles, et l'angle a pour mesure le nombre de degrés ou de grades contenus dans l'arc compris entre ses côtés. D'après cela, il est facile de comprendre le sens d'un énoncé ainsi conçu : *Tel angle a pour mesure la moitié de l'arc compris entre ses côtés.*

28. On mesure les angles à l'aide d'un instrument nommé *rapporteur*, dont nous donnons plus loin la description (chap. 2).

Pour mesurer un angle, on place le centre du rapporteur au sommet, et le rayon du diamètre qui sert de base sur l'un des côtés : le second côté correspond à un chiffre du limbe de l'instrument ; ce chiffre indique en degrés la valeur de l'angle.

Angle au centre. L'*angle au centre* a pour mesure

[1] Le nombre des divisions de la circonférence a varié : d'abord, on la divisait en 4, 8, 12, 16, 24, etc. parties égales ; puis Archimède l'a divisée en 96 parties, et elle fut divisée ensuite en 144 ; enfin l'astronome Ptolémée la divisa en 360 parties : cette division est encore aujourd'hui le plus communément en usage.

l'arc compris entre ses côtés, qui sont deux rayons.

Angle inscrit. L'*angle inscrit* a pour mesure la moitié de l'arc compris entre ses côtés, qui sont deux cordes.

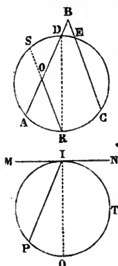


Fig. 20 *bis*.

Angle extérieur. L'*angle extérieur* a pour mesure la moitié de la différence des arcs AC et DE, situées entre les côtés AB et BC (fig. 20 *bis*).

Angle intérieur. L'*angle intérieur* est celui dont le sommet est situé en un point quelconque du cercle sans être au centre : tel est l'angle AOR. Cet angle a pour mesure la moitié de l'arc AR compris entre ses côtés, plus la moitié de l'arc SD compris entre leurs prolongements.

Angle inscrit intermédiaire. L'*angle inscrit intermédiaire* PIN a pour mesure la moitié de l'arc ITOP compris entre ses côtés.

5e problème. *On propose de construire sur la ligne* AB *un angle égal à* CDB (fig. 21).

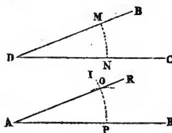


Fig. 21.

Solution. Du point D comme centre, et d'une ouverture de compas arbitraire, on décrit l'arc MN ; de la même ouverture et du point A comme centre, on décrit sur AB l'arc arbitraire IP, on porte sur IP la longueur de l'arc MN et l'on détermine un point O par lequel doit passer le côté AR de l'angle demandé.

6e problème. *On veut partager l'angle* MPN *en deux parties égales* (fig. 22).

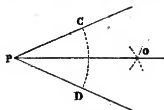


Fig. 22.

Solution. Il faut du sommet P, pris comme centre, décrire l'arc CD; des points C et D décrire les arcs qui se coupent en O, puis tirer la ligne PO, qui partage l'angle MPN en deux parties égales.

7e problème. *Quel est l'angle complément d'un second angle ayant* 35 *degrés?*

Solution. La somme des deux angles devant être 90 degrés, on retranche 35 de 90, ce qui donne 55 degrés pour l'angle complément demandé.

Remarque. D'après la nouvelle division, si l'on avait demandé l'angle complément d'un autre ayant 35 grades, on aurait retranché 35 de 100 et l'on aurait eu 65 grades pour réponse.

8e problème. *Un angle a* 48 *degrés; on demande le nombre de degrés de son supplément.*

Solution. La somme des deux angles suppléments étant 180 degrés, pour avoir l'angle supplément d'un autre ayant 48 degrés on retranche 48 de 180, le nombre 132 exprime la valeur en degrés de l'angle supplément demandé.

SURFACES.

29. On donne le nom de *surface* à toute étendue qui a les deux dimensions *longueur* et *largeur*. La *surface plane*, qu'on nomme aussi *plan*, est celle sur la-

quelle on peut supposer une ligne bien droite capable de la toucher en tous sens par chacun de ses points; dans le cas contraire, la surface est dite *surface courbe.*

30. Par *polygone,* on entend en général toute surface terminée par des lignes soit *droites,* soit *courbes,* qui se coupent deux à deux[1]; ces lignes prises ensemble forment le périmètre du *polygone.* Les *polygones* sont *réguliers* ou *irréguliers.*

On nomme *polygone régulier* celui dont les côtés et les angles sont égaux entre eux ; par *polygone irrégulier* on entend celui qui a ses angles et ses côtés inégaux.

Les angles des *polygones* sont *saillants* ou *rentrants ;* les *angles saillants* ont leur ouverture dirigée vers l'intérieur du polygone, les *angles rentrants* ont leur ouverture tournée vers l'extérieur.

31. Les *polygones* sont *inscrits* ou *circonscrits.*

On nomme *polygone inscrit* celui dont tous les sommets des angles touchent la circonférence ; par *polygones circonscrits* on entend ceux dont tous les côtés sont tangents à la circonférence.

32. Parmi les *polygones* on remarque le *triangle,* qui a trois côtés ; le *quadrilatère,* qui a quatre côtés ; le *pentagone,* qui a cinq côtés ; et enfin l'*hexagone,* l'*eptagone,* l'*octogone,* l'*ennéagone,* le *décagone,* ayant 6, 7, 8, 9 et 10 côtés.

[1] Le nom de *figure* est donné à toute surface limitée par des lignes : les *figures* et les *polygones* sont *rectilignes, curvilignes, mixtilignes* suivant qu'ils sont terminés par des *lignes droites,* des *lignes courbes,* ou des *lignes droites* et des *lignes courbes.*

Deux figures sont *égales* lorsque les côtés de la première peuvent coïncider avec ceux de la seconde par la superposition.

On nomme *figures semblables* celles qui, sans avoir la même étendue, ont la même forme.

Par *figures équivalentes* on entend celles qui ont la même valeur sans avoir la même forme :

Ainsi un cercle peut être *équivalent* à un *triangle,* à un *carré,* enfin à un *polygone* quelconque, *régulier* ou *irrégulier.*

Les polygones qui ont plus de dix côtés peuvent avoir un nom particulier, mais généralement on est convenu d'énoncer le nombre de leurs côtés et de dire : polygone à 11, 12,... 17 côtés, etc.

33. En arpentage, il n'y a guère que les *triangles* et les *quadrilatères* qui aient des propriétés utiles; nous commencerons l'étude de ces derniers par le *carré*.

DU CARRÉ.

34. On nomme *carré* une surface qui a ses quatre côtés égaux et ses angles droits; telle est ABCD, (fig. 23).

On nomme *base* d'une figure le côté sur lequel elle paraît reposer; par *hauteur* on comprend la perpendiculaire abaissée sur la *base* ou sur son prolongement, d'un point quelconque du côté opposé à cette base.

Ainsi CD est la *base* du carré ABCD, et AC ou BD en est la *hauteur*.

35. On nomme *diagonale* toute ligne droite qui, dans un quadrilatère quelconque, joint les sommets de deux angles non adjacents ; telle est la ligne BC.

Mesure des surfaces. **36.** Lorsqu'on veut mesurer une *surface*, on la compare à une autre surface que l'on prend pour unité; cette unité est un carré.

Ainsi, quand on dit que la superficie[1] d'une figure est de 38 mètres, on fait entendre qu'il est possible d'appliquer sur cette figure 38 carrés ayant un mètre dans chaque dimension.

37. Pour apprécier la surface des figures, on en mesure la *base* et la *hauteur* avec une unité linéaire, qui est maintenant le *mètre* (*ses multiples et ses sous-multiples suivant l'étendue qu'on doit mesurer*), et l'on procède comme nous

[1] Les mots *surface, aire, superficie* sont à peu près synonymes.

allons l'exposer pour chaque surface polygonale en particulier.

Surface d'un carré.—38. En mesurant la *base* d'un carré, puis la *hauteur*, d'après la définition même du *carré*, on doit obtenir pour résultat le même nombre d'unités :

Si, par exemple, on porte l'unité sur la base CD, (fig. 23), cette unité y sera contenue un certain nombre de fois, 5 fois, par exemple ; en portant l'unité sur la hauteur CA, on trouvera également 5 unités ; or, nous avons d'abord déterminé 5 unités en longueur *i*, *h*, *m*, *n* et D, en mesurant la hauteur; nous avons donné, dès la 1[re] division, une largeur à chacune des 5 unités en longueur, obtenues sur la *base* CD, c'est-à-dire la largeur Co : donc, la *base* supportera 5 petits carrés égaux à C*ori*, nous les déterminons par 1, 2, 3, 4, 5 ; mais nous n'avons porté qu'une unité sur la hauteur, CA, nous devons en porter 5 : alors nous aurons un rectangle C*oe*D de 5 carrés, répété 5 fois en hauteur, ou 5 rectangles de 5 carrés chacun, ce qui donnera 25 petits carrés pour la surface totale de la figure ABCD.

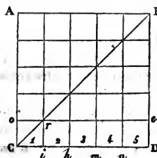


Fig 23.

Donc : *La surface d'un carré est égale au produit de la longueur d'un côté par lui-même.*

Application. *Quelle est la surface d'un carré de 12 mètres de côté ?*

$$B \times H = (12 \times 12) = 144 \text{ mètres carrés}$$ [1].

Remarque. Il arrive très-souvent que la longueur de la base ou de la hauteur d'un carré ou d'un autre polygone,

[1] Voir (n. 41) pour les formules.

ne contient pas seulement des mètres, mais des parties fractionnaires du mètre; dans ce cas, le raisonnement est absolument le même, en considérant pour unité la plus petite fraction du mètre. Ainsi, en mesurant la base, on peut trouver 4 mètres 25 centimètres; alors, considérant le centimètre comme unité, l'on aura 425 centimètres de côté et 180625 centimètres carrés ou 18 mètres carrés 6 décimètres carrés 25 centimètres carrés de superficie : donc le raisonnement présenté plus haut pourra s'appliquer à ce dernier cas ainsi qu'au précédent.

Donc pour avoir la surface du *carré* d'un côté quelconque, on multipliera sa longueur par elle-même.

DU RECTANGLE.

39. Un *rectangle* est une surface de quatre côtés ayant les angles droits et les côtés opposés égaux deux à deux, comme ABCD (fig. 24).

Surface d'un rectangle.—**40.** On obtient la surface d'un rectangle en multipliant la base par la hauteur.

On peut démontrer ce principe de la même manière que nous l'avons fait pour le carré.

Ainsi, en mesurant la base CD nous trouvons, par exemple, 9 mètres; si nous mesurons la hauteur, nous trouvons 3 mètres; en raisonnant comme pour le carré, il nous sera facile de prouver que la surface du rectangle ABCD égale 27 mètres carrés. Il en serait de même si l'on avait des mètres et des fractions de mètres.

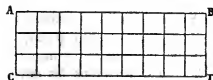


Fig. 24.

Donc : *La surface d'un* rectangle *est égale au produit de la base par la hauteur.*

FORMULE.—41. On nomme *Formule* une expression en lettres ou en chiffres, qui, au moyen des signes employés dans les calculs, indique les opérations qu'on doit effectuer sur les quantités connues, pour déterminer celles qui sont inconnues.

Ainsi, en représentant la base d'un rectangle ou d'un carré par B, la hauteur par H, et la surface par S, on aura

$$B \times H = S,$$

(c'est-à-dire la *base* multipliée par la *hauteur* égale la surface soit du carré, soit du rectangle).

Si $B = 8$
et $H = 5$ on aura $B \times H = 8 \times 5 = S = 40$.

Nous ferons un fréquent usage, dans ce Cours, de cette manière d'indiquer le produit de la *base* d'une figure par sa *hauteur*, pour en déterminer la surface.

Application. *Un rectangle a 15 mètres 9 de base et 7 mètres 25 de hauteur : quelle en est la surface* [1] *?*

$$B \times H = (15{,}9 \times 7{,}25) = 115 \text{ m}^c\ 27 \text{ d}^c\ 50 \text{ c}^c.$$

2. On peut maintenant passer à l'étude des *Triangles* : ces figures se présentant continuellement dans la pratique, ou plutôt toute figure quelconque pouvant se décomposer en triangles, nous allons les étudier avec tous les développements qui s'y rattachent, et nous ferons connaître les noms différents qui leur conviennent relativement aux angles ou à la longueur de leurs côtés.

[1] Nous indiquerons d'une manière abrégée les *mètres carrés*, les *décimètres carrés*, etc. par m^c, d^c, etc.

DU TRIANGLE.

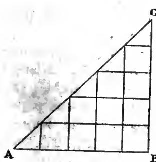


Fig. 25.

43. On appelle *triangle* toute surface terminée par trois lignes [1] qui se coupent deux à deux; chacune de ces lignes se nomme le côté du triangle. ABC (fig. 25).

44. La *base* d'un triangle est l'un quelconque de ses côtés; le *sommet* est le point opposé au côté choisi pour *base*; la *hauteur* est la perpendiculaire abaissée du *sommet* sur la *base* ou sur son prolongement.

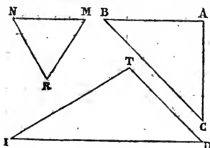


Fig. 26.

45. Les triangles (fig. 26) suivant les angles qui les constituent sont *rectangles* lorsqu'ils ont un *angle droit*, BAC; *acutangle* ayant les *angles aigus*, MNR; *obtusangle*[2], quand ils ont un *angle obtus*, DTI.

Remarque. Dans un *triangle rectangle*, le côté opposé à l'angle droit se nomme hypoténuse, tel est BC.

Un *triangle rectangle* ne peut avoir qu'un angle droit; le *triangle acutangle* peut avoir deux ou trois angles aigus; le *triangle obtusangle* ne peut avoir qu'un angle obtus.

46. Suivant la longueur de leurs côtés, les triangles ont encore différents noms : on nomme

Triangle isocèle, celui qui a deux côtés égaux;

[1] Relativement aux lignes qui les terminent, les triangles sont *rectilignes, curvilignes* ou *mixtilignes.*

[2] Nommé aussi *amblygone.*

Triangle équilatéral, celui dont les trois côtés sont égaux ;

Triangle scalène, celui qui a ses côtés inégaux.

47. Nous avons vu (n° 28) que l'angle inscrit a pour mesure la moitié de l'arc compris entre ses côtés.

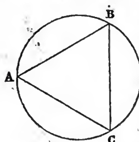


Fig. 27.

Donc il est facile de comprendre que les trois angles d'un triangle quelconque valent ensemble 180 degrés, car si nous faisons passer une circonférence par le sommet des trois angles ABC (fig. 27), nous avons alors trois angles inscrits, et la circonférence est comprise entièrement entre les côtés de trois angles ; mais chacun de ces angles, ayant son sommet à la circonférence, a pour mesure la moitié de l'arc compris entre ses côtés : donc ils ont ensemble la moitié de 360 degrés, valeur de la circonférence, ou $\frac{360}{2} = 180$ degrés.

Surface des triangles. — **48**. Si nous comparons la figure 25, c'est-à-dire celle d'un *triangle* avec la fig. 23, ou celle du *carré,* nous voyons, sans démonstration, que la première est exactement la moitié de la seconde, et que les deux ont la même base et la même hauteur.

Par conséquent, un triangle rectangle dont la base égale la hauteur équivaut en surface, à la moitié d'un carré de même base et de même hauteur.

49. On peut également prouver qu'un triangle quelconque ABC (fig. 28) est égal à la moitié du produit de la base par la hauteur, ou, ce qui revient au même, au produit de la base par la 1|2 hauteur (*ou au produit de la demi-base pour la hauteur*).

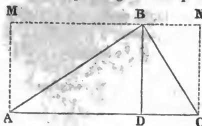


Fig. 28.

En effet, si nous abaissons sur la *base* AC la perpendiculaire DB, qui n'est autre chose que la *hauteur*, nous déterminons deux triangles ABD et CBD ; le premier ABD est égal en surface à la moitié du rectangle AMBD, et le second, à la moitié du rectangle BNCD, ou ce qui revient au même,

$$ABD + CBD = \frac{AMBD}{2} + \frac{BNCD}{2}$$

et en réduisant, $ABC = \frac{AMNC}{2}$;

mais le triangle ABC a pour *base* la ligne AC,
et pour *hauteur* la ligne BD ;
le rectangle AMNC a pour *base* la ligne AC,
et pour *hauteur* la ligne NC=BD :

Donc : *Un triangle quelconque a pour surface le demi-produit de sa base par sa hauteur*

ou $\frac{B \times H}{2} = S$ (qui est la formule de la surface d'un triangle quelconque.)

Application. *Un triangle a 12 mètres 25 de base sur 4 mètres 20 de hauteur : on en demande la surface?*

$$\frac{B \times H}{2} = \frac{(12,25 \times 4,20)}{2} = \frac{51 \text{ m}^c, 45 \text{ d}^c}{2} = 25 \text{ m}^c\ 72 \text{ d}^c.$$

DU PARALLÉLOGRAMME.

50. On donne le nom de *parallélogramme* à toute surface qui a ses côtés opposés parallèles et égaux deux à deux, et qui n'a point d'angle droit : tel est ABDC (fig.29).

La *hauteur* d'un *parallélogramme* est la perpendiculaire CH, abaissée sur la base d'un point quelconque du côté opposé à cette *base* ou sur son prolongement.

SURFACE D'UN PARALLÉLOGRAMME.—**51.** Tout *parallélo-*

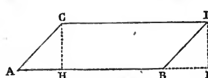


Fig. 29.

gramme peut être transformé en un *rectangle* CHID, au moyen des perpendiculaires CH et DI formant deux triangles égaux, dont l'un ACH peut être supposé retranché du *parallélogramme* ACDB, et l'autre BDI, ajouté à ce parallélogramme : le rectangle CHID qui en résulte équivaut au parallélogramme ACDB, puisqu'il a pour *base* HI=AB, et pour hauteur commune CH.

D'où l'on peut conclure : que *tout parallélogramme a pour surface le produit d'un de ses côtés, nommé* base *par la hauteur élevée sur cette base.*

Ou B×H=S (qui est absolument la même formule que celle du *carré* et du *rectangle*).

52. On nomme *losange* un parallélogramme dont les quatre côtés sont égaux.

Tout ce qui a été dit précédemment sur le *parallélogramme* peut s'appliquer au *losange.*

Application. *Soit un* parallélogramme *de* **26** *mètres* 3 *de base et* 9 *mètres* 7 *de hauteur.*

$$B \times H = (26{,}3 \times 9{,}7) = 255 \text{ mètres carrés } 11 \text{ dc.}$$

DU TRAPÈZE.

53. Le *trapèze* est une surface de quatre côtés inégaux dont deux seulement sont parallèles, ABDC (fig. 30).

54. On nomme *base* du *trapèze* l'un quelconque des côtés parallèles CD ou AB ; la *hauteur* du *trapèze* est la perpendiculaire DF menée entre les deux bases.

Surface du Trapèze.—**55.** Un *trapèze* peut être transformé en un *rectangle* de même hauteur et dont la *base* égale la demi-somme de celles du *trapèze ;*

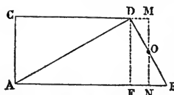


Fig. 50.

En effet, prenons le milieu de DB et faisons passer par le point O une ligne perpendiculaire MN sur AB : on obtient alors le rectangle CMNA, égale en superficie au trapèze CDBA : car d'un côté on a enlevé au trapèze le triangle BNO pour l'ajouter en DMO.

On peut encore raisonner de la manière suivante :

Si nous tirons la diagonale AD, elle partagera le trapèze en deux triangles ACD et ADB ; chacun de ces triangles, ayant pour surface *la moitié du produit de la base par la hauteur*, il s'ensuivra que la surface des deux triangles réunis, ou enfin du trapèze ACDB, égalera la somme des deux bases des triangles (ou des deux côtés parallèles CD et AB) multipliée par la moitié de la hauteur DF, (ou bien la moitié du produit (CD+AB)×DF).

56. Donc : *la surface du trapèze est égale à la moitié du produit de la somme des deux côtés parallèles par la hauteur.*

$$\left(\frac{(B+B'^{1})\times H}{2}\right)=S$$ (*ou la surface du* trapèze).

Application. *Un trapèze a pour* base B, 10 *mètres* 15, *pour base* B', 14, 12, *et pour hauteur* H, 6 *mètres* 50 : *quelle en est la surface ?*

$$\frac{(10,15+14,12)\times 6,50}{2}=157$$ mètres carrés 75 d^c 50 c^e.

1 B' s'énonce B *prime*. Cette lettre représente la seconde base du trapèze. Lorsqu'on devra répéter plusieurs fois la même lettre, on la fera suivre des signes (') (") (''') (''''), qui s'énoncent *prime, seconde, tierce, quarte.*

DES POLYGONES.

37. Nous avons vu (nº 30) ce qu'on entend par *polygone;* nous ajoutons qu'un polygone quelconque peut toujours être décomposé en *triangles* ou en *triangles* et en *trapèzes*, au moyen de diagonales : alors on détermine la surface de chaque figure, puis on en fait la somme totale afin d'avoir la surface du polygone donné.

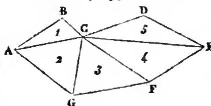


Fig. 31.

Soit le *polygone* ABCDEFGA (fig. 31) dont on veut déterminer la surface.

1° On le décompose en triangles au moyen des diagonales CA, CG, CF, CE menées du point C; puis on détermine la surface de chacun des triangles 1, 2, 3, 4, 5, d'après les principes donnés (nº 48) ; enfin on fait la somme totale des 5 surfaces triangulaires : elle égale la surface du polygone décomposé.

2° Au lieu de décomposer le polygone comme on vient de le faire, on peut le décomposer en trapèzes et en triangles.

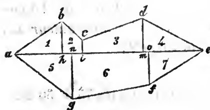


Fig. 32.

Soit le même polygone *abcdefga* (fig. 32); on tire la diagonale *ae;* cette diagonale (*la plus longue que nous puissions déterminer*) décompose d'abord le polygone en deux figures, l'une supérieure *abcdea*, l'autre inférieure *agfea ;* on abaisse sur *ae*, et par chacun des angles *bcd*, les perpendiculaires *bh*, *ci*, *dm*, dans la figure supérieure ; on opère de la même manière dans la figure inférieure pour

obtenir *fo, gn;* on a alors, dans le polygone proposé, les *triangles* 1, 4, 5, 7 et les *trapèzes* 2, 3, 6.

La surface de ces figures se déterminera par les principes relatifs à chacune d'elles en particulier; et la surface du polygone égalera la somme totale de ces surfaces partielles.

9ᵉ problème. *Quelle est la superficie du polygone* ABCDEFA (fig. 33)?

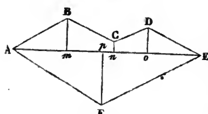


Fig. 33.

Solution. On décompose le polygones en *triangles* et en *trapèzes*, au moyen de la *diagonale* AE et des *perpendiculaires* Bm, Cn, Do, Fp; on a alors à considérer la partie supérieure qui contient deux triangles et deux trapèzes; et la partie inférieure contenant deux triangles, qui peuvent être considérés comme n'en formant qu'un, AFE.

OPÉRATIONS RELATIVES A LA PARTIE SUPÉRIEURE ABCDEA.

Triangle A B*m*. Soit A*m* = 20 mètres, B*m* = 5 mètres.
Surface $= \left(\frac{B \times H}{2}\right) = \frac{20 \times 5}{2} \ldots\ldots = 50^{mc}$

Trapèze B*m n*C. Soit B*m* = 15 mètres, C*n* = 4 mètres, *mn* = 10 mètres.
Surface $= \left(\frac{(B + B')H}{2}\right) = \left(\frac{(15+4) \times 10}{2}\right) = 95^{mc}$

Trapèze C*n o*D. Soit C*n* = 4 mètres, D*o* = 5 mètres, *n o* = 10 mètres.
Surface $= \left(\frac{(B + B')H}{2}\right) = \left(\frac{(4+5) \times 10}{2}\right) = 45^{mc}$

Triangle E o D. Soit o E = 10 mètres, D o = 5 mètres. Surface $= \left(\frac{B \times H}{2}\right) = \frac{10 \times 5}{2}$. . . . . . $= 25^{me}$

OPÉRATIONS RELATIVES A LA PARTIE INFÉRIEURE AFEA.

Triangle AFE. Soit AE = 52 mètres, EP = 10 mètres. Surface $= \left(\frac{B \times H}{2}\right) = \frac{52 \times 10}{2}$. . . . . . $= 260^{me}$

Surface totale du polygone ABCDEFA. . . . . . 505me

10° problème. *On demande la surface du polygone régulier* ABCDEFA.

Solution. En tirant des diagonales du point O à chaque angle du polygone, on l'a décomposé en 6 triangles égaux, ayant la même base et la même hauteur. (*Un polygone régulier se décompose en autant de triangles qu'il a de côtés.*)

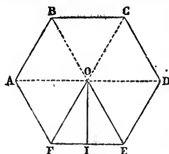


Fig. 34.

58. Pour avoir la surface d'un polygone quelconque régulier, on détermine la surface d'un de ses triangles, et on la répète autant de fois qu'il y a de côtés dans le polygone.

Prenons arbitrairement le triangle FOE.

Soit FE = 20 mètres, O I = 12 mètres.

La surface $= \left(\frac{B \times H}{2}\right) = \frac{20 \times 12}{2} = 120$ mètres carrés.

Mais le polygone proposé contient 6 triangles égaux à FOE, il aura donc pour surface totale

$(120 \times 6) = 360$ mètres carrés.

59. D'où l'on peut conclure *que, pour avoir la surface*

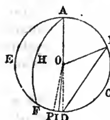
d'un polygone régulier quelconque, on multiplie la longueur totale de son contour, ou périmètre, par la perpendiculaire[1] *abaissée du centre sur le milieu d'un des côtés, puis l'on prend la moitié du produit.*

DU CERCLE.

60. On nomme *cercle* la surface renfermée par la circonférence : ainsi le *cercle* est la surface enveloppée et la *circonférence* (n° 11) est la ligne enveloppante.

Certaines portions du cercle prennent différents noms :

1° Par *secteur* AOB, on entend toute portion de la surface du cercle renfermée entre deux rayons AO, OB, et l'arc AB;



2° Le *segment* BDC est la portion de la surface d'un cercle comprise entre l'arc BCD et la corde BD qui le soustend;

3° On appelle *couronne* toute portion de la surface du cercle comprise entre deux circonférences *concentriques* (*qui ont un centre commun* O) : telle est la surface MNR;

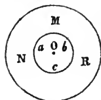


Fig. 35.

4° On nomme *lunule* ou *croissant* une surface telle que AEFHA comprise entre deux arcs de cercle FEA et FHA, qui se coupent par leurs extrémités FA.

SURFACE DU CERCLE, DU SECTEUR, DU SEGMENT, DE LA COURONNE ET DE LA LUNULE.

CERCLE.—**61.** Le *cercle,* pouvant être considéré comme

[1] On nomme *apothème* toute perpendiculaire abaissée du centre d'un polygone régulier sur l'un de ses côtés.

un polygone régulier d'un nombre infini de côtés, peut, par conséquent, être décomposé en triangles, ayant tous leur sommet au centre et leur base en un point de la circonférence.

Soit ABCDEA (fig.35) le cercle dont on veut avoir la surface ; prenant sur la circonférence une partie infiniment petite PD, et tirant une droite de P en D, cette ligne se confondra avec l'arc PID ; or, en menant les deux rayons OP et OD, on détermine le triangle isocèle POD, dont la surface égale la moitié du produit de AB par la perpendiculaire ou le rayon IO ; mais on peut établir successivement sur toute la circonférence des triangles égaux à POD, et ils diviseront cette circonférence en autant d'arcs considérés comme bases : donc le cercle, partagé en autant de triangles qu'on aura établi de parties sur la circonférence, égalera la moitié du produit de la longueur de cette circonférence par le rayon.

62. On conclura donc que *la surface d'un cercle est égale à la moitié du produit de la longueur de la circonférence par le rayon.*

Appelant **C** la circonférence, **R** son rayon, la surface du cercle sera exprimée par la *formule* $\left(\frac{C \times R}{2}\right)$.

11e problème. ***Quelle est la surface d'un cercle, qui a 5 mètres de rayon ?***

SOLUTION. Un cercle qui a 5 mètres de *rayon* a 10 mètres de *diamètre*. Il faut d'abord déterminer la longueur d'une circonférence de 10 mètres de diamètre. Cette longueur s'obtient (n° 17) en multipliant la longueur du diamètre par 3,1416, ou 10 par 3,1416, ce qui égale 31,416 ou 31 mètres 416 millimètres.

En géométrie, on représente par la lettre grecque π (*qu'on énonce* pi) le rapport 3,1416.

Le diamètre pouvant être représenté par 2 rayons ou par 2 R,

On a $C=2\,R\pi$ pour la formule qui exprime la longueur de la circonférence.

Si, dans la formule de la surface du cercle $\left(\frac{C\times R}{2}\right)$, on remplace C par son égale $2\,R\pi$, on obtient la nouvelle formule

$$\left(\frac{2R\pi\times R}{2}\right)\text{, et en simplifiant, } \pi R^2$$

63. On conclura facilement, d'après ce qui précède, que la surface d'un cercle s'obtient de deux manières :

1° *En prenant la moitié du produit de la circonférence par le rayon ;*

2° *En multipliant le carré du rayon par le rapport* 3,1416[1].

Ainsi, dans le problème précédent, le cercle ayant 5 mètres de rayon, la surface égalera :

1er *moyen* $\frac{C\times R}{2}=\frac{31,416\times 5}{2}=\frac{157,080}{2}=78$ mc 54 dc.

2e *moyen* $\pi R^2=3,1416\times 25=78$ mc 54 dc

12e problème. ***On demande la surface d'un cercle dont la circonférence a* 31 *mètres* 416 *de longueur.***

Solution. Pour obtenir la longueur du diamètre, il faut

[1] Ainsi qu'on l'a dit (no 15) le rapport adopté n'est qu'approximatif ; il a été proposé par A. Métius. Plusieurs savants et divers calculateurs ont développé ce rapport jusqu'à 154 chiffres décimaux ; cette approximation est infiniment supérieure aux besoins les plus étendus. Van Teulen (hollandais) a calculé les 35 premières décimales; les autres chiffres ont été déterminés par l'anglais Machin, le français Lagny et enfin par le major autrichien Wéga.

diviser 31,416 par 3,1416 (n° 17-1°) ou, en employant la formule, le diamètre $= \frac{c}{\pi}$: donc le rayon[1] égalera $\frac{c}{2\pi}$.

Si l'on élève au carré l'expression du rayon ou $\frac{c}{2\pi}$ pour en multiplier le résultat par π (2° moyen, ou πR^2, n° 63), on obtiendra

$\frac{c^2}{4\pi}$ pour formule de l'expression de la surface d'un cercle.

Ainsi, dans le dernier problème, la circonférence ayant 31m416, la surface qu'elle renferme égalera :

$$\frac{c^2}{4\pi} = \frac{31,416 \times 31,416}{4 \times 3,1416} = \frac{986,965056}{12,5664} = 78 \text{ mèt. carrés } 54 \text{ dc.}$$

64. On conclura donc que *pour avoir la surface d'un cercle dont on connaît la longueur de la circonférence, on divise le carré de cette longueur par* 4 *fois* 3,1416.

Valeur du π poussée à 154 chiffres décimaux.

65. Nous avons dit plus haut que divers savants ont développé le rapport de la *circonférence* ou *diamètre* jusqu'au 154e chiffre décimal ; nous offrons cette valeur totale de π à la curiosité des amateurs :

π =	3,14159	26535	89793	23846	26433	83279
	50288	41971	69399	37510	58209	74944
	59230	78164	06286	20899	86280	34825
	34211	70679	82148	08651	32823	06647
	09384	46095	50582	23172	53594	08128
	4802.					

Cette valeur fractionnaire est supérieure à ce qui existe en quantité infiniment petite dans la nature.

[1] On se rappelle que, pour diviser une fraction par 2, il suffit d'en multiplier le dénominateur par ce nombre.

Pour calculer une circonférence d'un cercle *à moins d'un millimètre* près, il ne faudrait que 16 décimales, si le *rayon avait 4 billions ou 4 milliards de kilomètres.*

Enfin, si l'on employait cette valeur de π pour calculer la circonférence d'un cercle dont le rayon serait la distance moyenne *de la Terre au Soleil* (plus de 152 millions de kilomètres), l'erreur commise en longueur serait moindre que l'épaisseur d'un cheveu.

SECTEUR. — **66.** La surface du *secteur* AOB (fig. 35) peut être considérée comme formée par un certain nombre de triangles, dont la totalité des bases sont situées sur l'arc AB et les sommets en O.

67. Donc, *pour avoir la surface du secteur, on multiplie la longueur de l'arc par le rayon, et l'on prend la moitié du produit.*

13e problème. *Quelle est la surface du secteur* AOB : *sachant que le rayon* AO *a* 4 *mètres de long, l'angle* AOB *contenant* 60 *degrés?*

SOLUTION. Déterminant la circonférence dont l'arc du secteur fait partie, on aura

$$2R\pi = (2\times4)\times3,1416 = 25 \text{ m } 1328.$$

La circonférence égale 25 mètres 1328 dix-millièmes.

L'angle AOB, ayant 60 degrés, il est le 1/6 de 360 degrés ou de 4 angles droits : donc, en divisant la longueur [1] de la circonférence par 6, on aura évidemment la longueur de l'arc O.

Ainsi $\frac{2R\pi}{6} = \frac{25,1328}{6} =$ 4 mètres 1888 dix-millièmes.

68. Réciproquement, lorsque l'on connaît l'*arc* et

[1] Cette longueur peut être, dans ce cas, divisée, par 2, 3, 4...8, etc., suivant que l'angle donné est la $\frac{1}{2}$, le $\frac{1}{3}$, le $\frac{1}{4}$... le $\frac{1}{8}$ de 360 degrés.

l'*angle* d'un secteur, *on trouve le rayon du cercle dont il fait partie en multipliant cet arc par le rapport du nombre de degrés de l'angle à* 360 *degrés, puis en divisant le produit par* 3,1416 *pour prendre ensuite la moitié du résultat.*

Ce qui donne la formule

$$\text{R (ou le rayon)} = \frac{BCD \times x}{2\pi}$$

(x représente le rapport de l'angle du secteur à 4 angles droits).

Revenant au problème précédent: après avoir déterminé la longueur de l'arc AB = 4 mètres 1888, la surface du secteur égalera, d'après la règle (nº 66),

$$\frac{4{,}188 \times 4}{2} = \frac{16{,}7552}{2} = 8{,}3776.$$

Ce qui donne 8 mètres carrés, 37 décimètres carrés, 76 centimètres carrés.

Segment.—69. Comme le *segment* DBC est la différence du triangle DOB au *secteur* DCBO, pour en trouver la surface on calculera celle du secteur et l'on en retranchera celle du triangle.

Ainsi, après avoir trouvé, d'après les principes précédents, que la surface du secteur DCBO égale 12 m^e carrés 36 d^c, si le triangle DOB a en surface 9 mèt. 42 d^c, le secteur DBC aura

12,36—9,42=2,94,

c'est-à-dire 2 mètres carrés 94 décimètres carrés.

Couronne. Une *couronne* n'est autre chose que la différence du plus petit au plus grand de deux cercles concentriques.

70. Donc, *pour avoir la surface d'une couronne* MNR (fig. 35), *on déterminera la surface du plus petit cercle* abc, *que l'on retranchera de celle du plus grand, dont* MNR *fait partie : la différence exprimera la surface de la couronne.*

La surface du plus grand cercle étant 32 m$_c$ 65 d^c,
Celle du plus petit n'étant que de 18 m^c 27 d^c,
La surface de la *couronne* égalera 32,65—18,27, ou 14 mètres carrés 38 décimètres carrés.

LUNULE. — **71**. Une *lunule* (fig. 36) est construite géométriquement lorsque le premier arc CLB a pour corde l'hypoténuse du triangle rectangle CDB, et que le second arc CIB est la moitié de l'arc AFCIB, dont la corde est l'hypoténuse du triangle rectangle ACB.

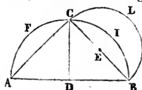


Fig. 36.

Nous allons donner le moyen de mesurer la surface d'une *lunule géométrique*.

Pour avoir la surface de la lunule CLBIC, *on détermine celle du triangle rectangle* CDB.

DÉMONSTRATION. La surface de la *lunule* CLBIC égale celle du triangle rectangle CDB : En effet, l'angle ACB étant droit, le demi-cercle AFCIB fait sur l'hypoténuse AB est égal aux deux demi-cercles égaux faits sur les deux autres côtés AC et CB; par conséquent, le demi-cercle AFCIB de l'hypoténuse AB est double du demi-cercle CLBC fait sur CB : donc la moitié du demi-cercle AFCIBA ou CIBDC est égal au demi-cercle BLCEB; et comme le *segment* BICEB est commun aux deux surfaces CIBDC et BLCEB, la lunule CLBIC est égale au triangle BDC (*C.Q.F.D.*)

14e problème. *Soit proposé de trouver la surface de la* lunule MNOPM (fig.37).

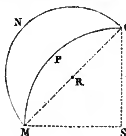


Fig. 37.

SOLUTION. On joint les deux extrémités MO par une ligne droite MRO; avec cette ligne, considérée comme hypoténuse, on forme un triangle rectangle MSO, dont la surface égale celle de la lunule proposée.

DE L'ELLIPSE.

72. *L'ellipse* (fig. 38) est une ligne courbe circulaire telle que si on mène deux droites de l'un quelconque de ses points à deux points fixes appelés *foyers*, la somme de ces deux lignes est égale à la longueur d'une autre ligne droite, nommée *grand axe*. Par extension on nomme encore *ellipse* la surface renfermée par cette courbe.

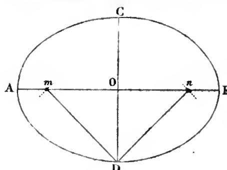


Fig. 38.

On nomme *axe* les lignes AB et CD, qui, étant situées dans l'*ellipse*, tombent perpendiculairement sur le milieu de chacune d'elles.

Le *grand axe* AB mesure la distance des deux points les plus écartés ; le *petit axe* CD mesure celle des deux points les plus rapprochés.

Les foyers sont les points *m n*, situés sur le *grand axe* AB. On les détermine en prenant la moitié du *grand axe* AB et en portant cette longueur de D en *m* et de D en *n*.

Surface de l'ellipse. *La surface d'une ellipse s'obtient en multipliant le produit des deux axes par le rapport 3,1416 et en divisant le résultat qu'on obtient par 4.*

Application. *Quelle est la surface d'une ellipse ayant 7 mètres de long sur 4 de large ?*

Soit A le 1[er] axe (*le plus grand*),
A′ le 2[e] axe (*le plus petit*),

l'expression de la surface sera $\left(\frac{(A \times A') \times 3{,}1416}{4}\right)$

par conséquent $\left(\frac{(7\times4)\times3,1416}{4}\right)=\frac{28\times3,1416}{4}=21,9912$

ou 21 mètres carrés 9912 dix-millièmes.

Si l'on connaît *la surface d'une ellipse* et *l'un de ses axes*, pour trouver l'autre *on divise le quadruple de la surface par* (3,1416, *multiplié par l'axe connu.*)

En effet, la surface de l'ellipse égalant $\left(\frac{A\times A'\times3,1416}{4}\right)$, il est facile de déterminer, de cette expression, la formule, qui exprime la *longueur* ou *le plus grand axe* : elle est $\left(\frac{S\times4}{A'\times\pi}\right)$, ou celle de la *largeur* ou du *plus petit axe*, et qui est $\left(\frac{S\times4}{A\times\pi}\right)$.

Ainsi ces opérations décomposent celles qu'on a effectuées dans le cas précédent, comme on peut le remarquer avec un peu d'attention.

Application. *La surface d'une* ellipse *est de* 19 *mètres carrés* 1441 ; *son plus grand axe est* 7 *mètres* 50 : *quel est l'autre axe ?*

La formule, qui exprime la *largeur* ou le *plus petit axe*, étant $\left(\frac{S\times4}{A\times\pi}\right)$,

on aura $\frac{19\text{ m}^c\ 1441\times4}{7,50\times3,1416}$, ce qui donne, en effectuant les opérations indiquées, 3 mètres 25 pour la *largeur* ou le plus petit diamètre,

On obtiendrait le plus grand diamètre, connaissant le plus petit, en faisant usage de la formule $\left(\frac{S\times4}{A'\times\pi}\right)$.

SECTION III.

DES VOLUMES.

73. Par *volume* [1] (*corps* ou *solide*), on entend tout ce qui réunit les trois dimensions : *longueur, largeur* et *profondeur* (ou *épaisseur*).

On donne le nom général de *polyèdres* à tout solide terminé par des surfaces planes.

Parmi les volumes ou polyèdres, on distingue le *prisme*, le *cylindre*, la *pyramide*, le *cône*, la *sphère*.

Nous allons étudier chacun de ces *polyèdres* en particulier, avec tous les développements qui s'y rattachent.

74. 1° Le *Prisme* (fig. 38) est un solide dont les *bases* opposées AEB et CFD sont des polygones égaux et parallèles, et dont les *côtés* ou *faces latérales* sont des parallélogrammes. Les *prismes* sont *triangulaires*, *quadrangulaires*, *pentagones*, etc., suivant que les *bases* sont des *triangles*, des *carrés*, des *pentagones*, etc. En général, on donne le nom de *parallélipipède* au *prisme* dont les polygones des *bases* sont des parallélogrammes, et le nom de *cube* à celui dont les bases sont des carrés égaux.

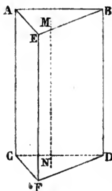


Fig. 39.

Un prisme est *droit* lorsque ses arêtes BD, EF, AC sont perpendiculaires à sa base ; dans le cas contraire il est *oblique*.

L'*axe* d'un corps quelconque est la ligne droite menée

[1] Le mot *volume*, dans son sens propre, signifie la partie déterminée de l'espace qu'un corps occupe. C'est par extension que nous employons ce mot comme synonyme de *solide*.

du centre de la base supérieure au centre de la base inférieure : telle est MN.

La *hauteur* d'un solide est la ligne droite tirée perpendiculairement d'un point quelconque de la base supérieure sur la base inférieure ou sur le plan prolongé de cette base.

Enfin, on nomme *arêtes*, dans les *volumes*, les lignes où se réunissent les faces latérales.

75. 2° Le *Cylindre* (fig. 40) est un *prisme* ayant des cercles parallèles pour *bases* (ou *polygones d'un nombre infini de côtés*) et dont, par conséquent, la surface latérale est formée d'un nombre infini de *parallélogrammes*

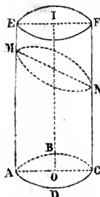


Fig. 40.

D'après cela on comprend que le *prisme triangulaire* et le *cylindre* sont les extrêmes de tous les prismes.

Remarque. Le *cylindre* peut être *droit* ou *oblique* suivant la direction de ses côtés relativement à la base. Un *cylindre tronqué* est celui dont le cercle de la base supérieure MN n'est pas perpendiculaire au côté du cylindre.

76. 3° La *pyramide* (fig. 41) est un solide dont la base est un polygone rectiligne quelconque (*triangle, carré, pentagone*, etc.), et dont les surfaces latérales sont des triangles qui se réunissent à un sommet commun A nommé pointe de la pyramide.

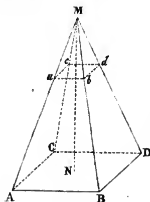


Fig. 41.

La pyramide est droite, oblique ou tronquée.

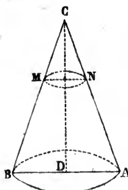


Fig. 42.

77. 4° Le *Cône* (fig. 42) peut être considéré comme une pyramide ayant pour base un polygone d'un nombre infini de côtés et dont, par conséquent, la face latérale, qui est courbe, contient un nombre infini de triangles se réunissant par leur sommet à un même point O.

D'après cela on comprendra que la *pyramide triangulaire* et le *cône* sont les extrêmes de toutes les *pyramides*.

78. 5° La *sphère* (fig. 43) est un solide terminé par une surface courbe dont tous les points sont également éloignés d'un point intérieur O appelé *centre*. On nomme *axe* de la sphère une droite AOB ou COD qui la traverse en passant par le centre ; *pôles*, les extrémités A, B ou C, D des axes ; *grands cercles* CGDHC ou CADBC, ceux dont les plans passent par le centre de la sphère ; *petit cercle*, EPFRE, celui dont le plan ne passe pas par le centre.

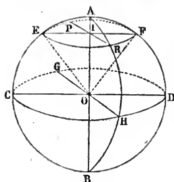


Fig. 43.

79. On appelle *zone* la partie de la surface ST d'une *sphère* comprise entre les circonférences de deux cercles grands ou petits et dont les plans sont parallèles. La hauteur d'une zone est la distance CE ou FD comprise entre les plans des deux cercles qui la déterminent.

80. La *calotte sphérique* est la partie A de la surface d'une sphère qui en est détachée par la circonférence d'un seul cercle EPFRE.

81. Par *fuseau sphérique*, on comprend la partie de la surface de la sphère CBDHC comprise entre deux demi-

circonférences de grands cercles CBD et CHD ayant un diamètre commun COD.

82. On nomme *segment sphérique* une partie solide quelconque de la sphère comprise entre les plans de deux cercles qui lui servent de bases et la surface nommée zone : tel est le solide compris entre les cercles CGDHC et EPFRE.

83. Le *coin* ou *onglet sphérique* est la partie solide de la sphère comprise entre les plans des deux demi-grands cercles CHD et CBD, se terminant au diamètre COD : il a donc pour base le *fuseau sphérique* CBDHC.

84. Par *secteur sphérique,* on comprend la portion solide EOFAEPR de la sphère ayant la forme conique et dont le sommet est au centre O, et la base une calotte sphérique EPFGA.

85. Dans la *sphère,* on considère encore les *polyèdres réguliers* ou *solides* suivants :

Le *tétraèdre* présentant la surface de 4 triangles équilatéraux ;

L'*hexaèdre* ayant six carrés égaux pour surface ;

L'*octaèdre* ou solide dont la surface a huit triangles équilatéraux ;

Le *dodécaèdre* dont la surface présente douze pentagones égaux et réguliers;

Enfin l'*icosaèdre,* qui est un solide présentant une surface de vingt triangles équilatéraux.

SURFACES DES VOLUMES OU SOLIDES.

Prisme.—**86.** *La surface latérale du* Prisme *s'obtient en multipliant la longueur d'une arête,* AC *par exemple, par le contour ou périmètre d'une section faite perpendiculairement à cette arête.*

Remarque. On obtiendra la surface des bases par les mêmes procédés que pour celle des polygones (n° 57).

CYLINDRE.—87. *La surface du cylindre* (droit ou oblique) *s'obtient en multipliant le côté par le contour d'une section*[1] *faite perpendiculairement à ce côté.*

REMARQUE. Lorsque le *cylindre* est tronqué, c'est-à-dire lorsque les bases ne sont pas parallèles, il faut prendre la hauteur moyenne ; quant aux bases, l'une est une *ellipse* et l'autre un *cercle* dont on peut avoir la surface par les procédés indiqués (n° 61).

PYRAMIDE.—88. *On obtient la surface latérale d'une* pyramide *droite en multipliant le contour de la base par la moitié de la hauteur de l'un quelconque des triangles qui la terminent latéralement.*

REMARQUE. La surface d'une *pyramide oblique* s'obtient en évaluant séparément la surface de chacun des triangles qui constituent ses faces, et en faisant la somme totale des résultats.

CONE.—89. La surface latérale d'un *cône droit,* pouvant être considérée comme formée d'un grand nombre de triangles dont les *bases* composent sa circonférence et dont les *sommets* se réunissent à celui du volume, *s'obtiendra en multipliant la longueur de la circonférence de sa base par la moitié de la longueur du côté.*

REMARQUE. Lorsque le *cône* est *tronqué* parallèlement à la base, on ajoute ensemble la longueur de la circonférence supérieure et inférieure, l'on prend la moitié et l'on multiplie le résultat par la longueur du côté.

SPHÈRE.—90. *On obtient la surface de la* Sphère *en multipliant la longueur de la circonférence de l'un de ses grands cercles par le diamètre ou axe de cette sphère*[2].

[1] Dans la pratique, on se contente de mesurer le contour de cette section avec un fil dont on entoure le cylindre, en ayant soin de le placer de manière que le côté lui soit perpendiculaire.

[2] D'après cela il est facile de comprendre que *la surface de la sphère* est égale à celle d'un *cylindre* ayant une hauteur et un diamètre égaux à l'axe de la *sphère*.

ZONE.—91. *La surface de la* zone sphérique *est égale au produit de la circonférence d'un grand cercle de la sphère, par la hauteur de la zone. On obtient de même celle de la calotte sphérique.*

SEGMENT SPHÉRIQUE.—92. *Pour avoir la surface du segment sphérique intérieur, on ajoute celle des deux cercles qui lui servent de base à celle de la zone qui l'enveloppe.* Quant au segment extrême, pour en avoir la surface on ajoute la surface du plan de section à celle de la calotte.

FUSEAU SPHÉRIQUE.—93. *On obtient la surface du fuseau sphérique en multipliant l'arc* HB (fig. 42), *qui le partage en deux triangles sphériques égaux, par le diamètre* COD.

COIN *ou* ONGLET.—94. *La surface du* coin *ou* onglet sphérique *s'obtient en faisant la somme de la surface du fuseau qui lui sert de base avec celle d'un grand cercle de la sphère à laquelle il appartient.*

SECTEUR SPHÉRIQUE—95. *Pour avoir la surface du secteur sphérique, on multiplie la circonférence* EiFGE (fig. 42) (qui la sépare de la sphère) *par la moitié du rayon* OE, longueur de son côté, et l'on ajoute à ce produit la surface de la calotte.

POLYÈDRE RÉGULIER QUELCONQUE.—96. *On obtient la surface totale d'un polyèdre régulier quelconque, en évaluant l'une de ses faces par les procédés relatifs au polygone* (n° 57) *et en la répétant autant de fois qu'elle est comprise dans ce polyèdre.*

PROBLÈMES.

97.—1° *Déterminer une moyenne proportionnelle entre deux lignes droites données.*

Une ligne moyenne proportionnelle entre deux lignes

est telle que le rapport de longueur d'une première à cette ligne x est le même que le rapport de cette dernière à une troisième.

Soit MN et OP (fig. 44) les deux lignes proposées.

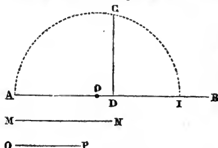


Fig. 44.

On trace une ligne indéfinie AB, on porte sur cette ligne la longueur MN de A en D, puis celle OP de D en I : on détermine la ligne AI dont on prend la moitié en O ; du point O comme centre, on décrit une demi-circonférence ACI, et au point D on élève une ligne perpendiculaire CD, qui est la ligne x, *moyenne proportionnelle* demandée.

On peut donc établir la proportion[1] suivante :

$$MN : CD :: CD : OP.$$

98.—2° *Déterminer une troisième ligne proportionnelle à deux lignes données.*

Soient AB et CD (fig. 45) les lignes auxquelles on veut

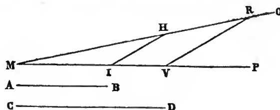


Fig. 45.

[1] Voir notre COURS D'ARITHMÉTIQUE ÉLÉMENTAIRE, *théorique et pratique (section des Proportions).*

déterminer une troisième ligne x proportionnelle, c'est-à-dire une ligne qui donne le même rapport de AB à CD que CD à x.

On forme comme précédemment un angle arbitraire OMP ; on porte la ligne AB de M en I, puis la ligne CD de M en V ; on porte encore CD de M en H et l'on joint les points IH ; en tirant du point V une parallèle à la ligne IH, elle déterminera sur la ligne MO le point R, extrémité de la ligne MR, qui est la *troisième proportionnelle* demandée, et l'on aura

MI : MV :: MH : MR
ou AB : CD :: CD : MR.

99.—3° *Déterminer une quatrième ligne proportionnelle à trois lignes données.*

Soient AB, EF et CD (fig. 46) les lignes auxquelles on

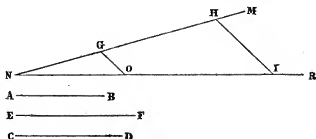


Fig. 46.

veut déterminer une quatrième ligne proportionnelle x.

On tire deux lignes NM et NR, qui forment un angle arbitraire MNR ; on porte la longueur AB de N en G et la longueur EP de G en H, puis on porte la longueur CD de N en O ; on tire la ligne OG, et l'on détermine à OG la pa-

rallèle HI : la ligne OI sera la *quatrième proportionnelle* *x* cherchée : on pourra donc établir la proportion :

NG : GH :: NO : OI
ou AB : EF :: CD : OI.

100.—4° *On propose de couper une ligne en moyenne et extrême raison.*

Remarque. On dit qu'une ligne est coupée *en moyenne* et *extrême raison* lorsqu'elle est coupée en deux parties telles que la plus grande soit moyenne proportionnelle (1°) entre la ligne entière et l'autre partie.

Soit AB (fig. 47) la ligne donnée ; au point B on élève la perpendiculaire BC, qui est égale à la moitié de la ligne AB, et l'on joint AC ; du point C, comme centre, et d'un rayon égal à CB on décrit une circonférence qui coupe la ligne AC en O ; on porte AO de A en V : la ligne AB est alors coupée en *moyenne et extrême raison*.

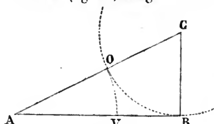


Fig. 47.

Donc AB est coupée en deux parties AV et VB telles que AV est moyenne proportionnelle entre AB et VB, et l'on a

BV : VA :: VA : AB
ou AB : AV :: AV : VB.

Observation. Dans un chapitre spécial, sous le titre de Solidométrie, nous donnons, plus loin, comme complément aux notions qui précèdent, les principes et les règles *pour cuber les corps*.

CHAPITRE II.

Description et usage des principaux instruments employés sur le terrain et sur le papier.

Observation. En donnant la description complète des principaux instruments dont on se sert pour arpenter et pour lever les plans, nous croyons rendre un véritable service à ceux qui veulent les employer convenablement, les vérifier ou en construire quelques-uns à peu de frais pour leur usage particulier.

Ces instruments sont fort simples : examinons-les successivement.

Chaîne d'arpenteur ou décamètre, fiches et jalons.

De la chaîne. **101.**—La *chaîne d'arpenteur* (fig. 48) est un instrument qui sert pour la mesure des distances ; celle qu'on emploie aujourd'hui dans toute la France a un décamètre ou 10 mètres de long, et contient 50 chaînons ou tiges de gros fil de fer, courbés en boucle à chaque extrémité et réunis deux à deux par des anneaux en fer B ; chacun de ces chaînons a deux décimètres de long, y compris la moitié de chaque anneau.

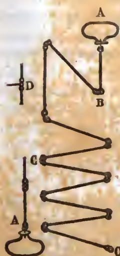


Fig. 48.

Les mètres sont séparés les uns des autres par un anneau C en cuivre ; l'anneau D du milieu de la chaîne est surmonté d'une petite branche de fer de 4 à 5 centimètres de long. A chaque ex-

trémité se trouve une poignée A dont la longueur est prise sur le dernier décimètre.

Lorsqu'on doit se servir de la chaîne, il faut la vérifier : pour cela on trace sur une surface plane une ligne droite d'une longueur égale à celle du décamètre ; cette longueur sert d'étalon.

Quand les extrémités de la chaîne ne coïncident pas avec celles de la ligne prise pour étalon, il faut allonger ou raccourcir la chaîne jusqu'à ce que la coïncidence ait lieu ; cependant, comme il est impossible de la tendre rigoureusement sans s'exposer à la rompre, on lui donne 5 ou 6 millimètres de plus, afin de compenser la courbure qu'elle présente lorsqu'elle est tendue.

Des fiches. **102.**—Une *fiche* B (fig. 49) est ordinairement faite en fil defer de 5 millimètres de diamètre ; elle est terminée en pointe par le bout qui doit entrer en terre, et se trouve arrondie à l'autre en forme d'anneau de 4 à 7 centimètres de diamètre; les fiches ont une longueur totale de 50 centimètres.



Fig. 49.

Une des dix fiches C est amincie au-dessus de l'anneau, et renforcée vers la pointe. Cette partie amincie de la fiche est pincée par le pouce et l'index avant de laisser échapper cette dernière par son propre poids pour qu'elle puisse tomber verticalement sur le terrain incliné pour lequel on l'emploie, comme nous le verrons plus loin.

Des jalons. **103.**—Les *jalons* A sont des baguettes de bois léger et bien ébranchées de coudrier, bourdaine, saule, osier, etc., ayant environ un mètre et demi de long et 2 à 3 centimètres de grosseur au milieu ; ils servent à déterminer la direction des alignements, et se placent à chaque angle d'un terrain. L'extrémité inférieure qu'on enfonce en terre est pointue; l'autre est fendue et reçoit un morceau de

papier, une carte F pour servir de point de mire. On doit avoir soin de placer les jalons dans une position bien verticale, car l'exactitude d'une opération dépend souvent de la position d'un jalon.

Des piquets. **103** *bis*.—On nomme *piquet* D une petite pièce en bois, surmontée d'un rectangle aussi en bois, moitié noir et moitié blanc; il sert à indiquer la place du *jalon*, de l'*équerre* ou d'un *instrument quelconque* qu'il a fallu déplacer accidentellement.

15e problème. *On veut déterminer une ligne droite entre deux points* A *et* B (fig. 50).

Solution. Lorsque la distance est peu considérable, on plante un jalon à chacune des extrémités; mais si la distance entre les deux points est plus considérable, on plante des jalons entre les extrémités de la distance et dans la même direction.

Voici comment on procède : On se place à quelques pas

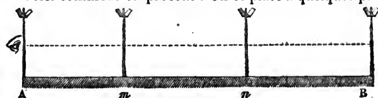


Fig 50.

du jalon A et l'on vise le jalon B, de manière que le premier cache le second; ensuite on fait placer successivement les jalons intermédiaires de telle manière qu'ils soient cachés par le jalon A, c'est-à-dire qu'on ne les aperçoive ni à droite ni à gauche de la ligne visuelle passant par AB. C'est ainsi qu'on est parvenu à placer les jalons *m* et *n*. En opérant ainsi on *aligne* ou *on prend un alignement*, ou bien encore on *jalonne une ligne*.

Remarque. Si la distance était telle que du premier point il ne fût pas possible d'apercevoir le second, on ferait usage de l'équerre comme nous allons l'indiquer plus loin.

16e problème. *On propose de prolonger une ligne sur un terrain* (fig. 51).

Solution. Soit MN la ligne à prolonger : On prend un jalon, et après avoir reculé d'une certaine distance, on le plante en o, de manière que les deux premiers ne s'aperçoivent point ; l'on continue ainsi aussi loin qu'il est nécessaire, et l'on parvient à planter les jalons en *p, r,* etc.

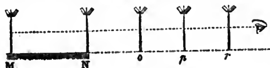


Fig. 51.

MANIÈRE D'EMPLOYER LA CHAINE POUR MESURER UNE DISTANCE.

104. Pour mesurer une ligne ou une distance d'un point donné à un autre, il faut être deux ; la personne qui accompagne l'Arpenteur dans cette opération se nomme *porte-chaîne* ou *aide ;* elle marche en partant du premier point de la ligne vers le dernier ; elle tient 10 fiches dans la main gauche, ces fiches sont comptées avec soin avant de commencer l'opération. De la main droite, elle tient la poignée placée à l'une des extrémités de la chaîne. La poignée de l'autre extrémité est tenue par l'Arpenteur ; il la tient appuyée au jalon du point de départ, tandis que le *porte-chaîne* tend la chaîne en se dirigeant en ligne droite vers le point où l'on va. Avant de planter la fiche, le *porte-chaîne* se retourne vers l'Arpenteur qui lui fait signe avec la main gauche, pour le faire diriger à droite ou à gauche, si le *porte-chaîne* s'écarte de la direction qu'il doit suivre ; le *porte-chaîne* enfonce en terre une fiche à l'endroit où correspond la poignée de la chaîne, après avoir tendu la chaîne. La première fiche étant plantée, le *porte-chaîne* s'avance pour en planter une seconde ; l'Arpenteur marche jusqu'à l'endroit où est plantée la première fiche ; il s'y

arrête en maintenant la poignée de la chaîne contre le pied de cette fiche et en tendant la chaîne ; pendant ce temps le *porte-chaîne* plante une nouvelle fiche qu'il a soin d'enfoncer en terre bien verticalement, puis il recommence sa marche jusqu'au point où il doit s'arrêter. L'Arpenteur a soin de ramasser chacune des fiches plantées par le *porte-chaîne ;* de cette manière les 10 fiches passent successivement des mains du *porte-chaîne* dans celles de l'Arpenteur. Lorsque l'Arpenteur a ramassé les 10 fiches, il les remet au *porte-chaîne,* qui l'attend après avoir planté sa dixième fiche ; cette fiche est remplacée par un piquet D (fig. 49). L'opération se continue comme précédemment jusqu'au point où il faut définitivement s'arrêter.

Chaque fois que l'Arpenteur a ramassé les 10 fiches, il a fait une portée ou 100 mètres qu'il a inscrits sur son cahier.

OBSERVATIONS PRATIQUES.

1° Lorsque le *porte-chaîne* plante une fiche, il doit en marchant éloigner la chaîne de cette fiche de 2 à 3 décimètres, afin de ne pas la déranger par le frottement qu'elle pourrait avoir avec la chaîne ;

2° La chaîne doit être tendue avec la même force, pour éviter une erreur en moins ; si la chaîne est trop tendue, elle peut s'allonger et donner une erreur en plus ;

3° Le *porte-chaîne* doit avoir soin de remarquer un point dans la direction qu'il doit prendre et à une certaine distance du dernier jalon ; il prend un arbre, une maison ; ce point se nomme *point-arrière* ; il sert de guide à l'Arpenteur pour le signal que celui-ci doit donner au *porte-chaîne,* lorsque ce dernier s'écarte de la ligne qu'il doit suivre ;

4° On doit s'exercer, en marchant, à faire des pas d'un mètre, par ce moyen on s'attend au moment où il faut s'arrêter ; ensuite on peut, à l'occasion, mesurer une distance avec assez d'exactitude.

DE L'ÉQUERRE D'ARPENTEUR.

105. L'*Equerre d'Arpenteur* (fig. 52) est un instrument au moyen duquel on peut mener des lignes perpendiculaires ou parallèles à d'autres, ou y déterminer la direction d'une ligne droite.

Cet instrument a plusieurs formes : 1° la forme *octogonale,* qui présente celle d'un prisme droit à 8 pans égaux ; 2° la forme *ronde cylindrique,* qui est celle d'un cylindre de 8 centimètres de hauteur et de 6 centimètres de diamètre.

Nous préférons l'équerre de forme *octogonale* (fig. 52) ; elle est plus solide à cause de ses contre-forts intérieurs et elle permet plus facilement de prendre un alignement dans un terrain incliné ; on la nomme *octogone.*

Cet instrument est en cuivre; il a 8 fentes ou pinnules [1] placées à 45 degrés l'une de l'autre ; 4 d'entre elles BA, etc. sont moitié fenêtre A et moitié pinnule B, et sont disposées de telle manière que la fenêtre A d'un pan correspond à la pinnule du pan opposé, c'est-à-dire que lorsqu'une fenêtre d'un pan est en haut, celle du pan opposé est en bas. Chaque fenêtre est garnie d'un fil de soie ou d'un crin très-fin. Les 4 autres pinnules CC, etc. sont des traits de scie en ligne droite, surmontés d'une petite ouverture ronde.

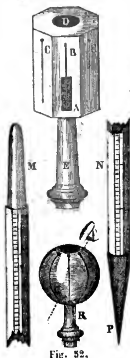


Fig. 52.

Un pied, d'environ 50 centimètres de longueur ou en proportion avec la grandeur de l'Arpenteur, supporte *l'équerre ;* une des extrémités du pied M N est adaptée à l'équerre au moyen d'une douille E; on le nomme bâton de l'équerre ; il est quelquefois divisé

[1] On donne le nom particulier de fenêtre aux pinnules larges.

en décimètres et en centimètres, et peut servir pour mesurer la chaîne, lorsqu'on le juge nécessaire. La douille E peut être dévissée ; elle se retourne et se place dans l'intérieur de l'octogone. Cette disposition permet de mettre l'instrument dans la poche ou dans un étui, lorsqu'on a terminé l'opération. L'autre bout de l'équerre est garni d'une pointe de fer P qui pénètre facilement dans la terre. On remplace l'équerre par un *trépied*, pour opérer dans les endroits garnis de pierres. Ce trépied peut servir pour le graphomètre, la planchette, etc.

Équerre sphérique. **106.**—Cette équerre R a la forme d'une boule en cuivre mince ; elle a ordinairement 7 à 8 centimètres de diamètre et se trouve percée comme l'équerre octogone de 8 pinnules correspondantes.

Au moyen de cette équerre, on peut viser presque verticalement, arpenter ou tracer des alignements sur des plans très-inclinés ou dans des fonds : ce qu'il n'est pas facile de faire avec toute autre équerre.

VÉRIFICATION DE L'EXACTITUDE D'UNE ÉQUERRE D'ARPENTEUR.

107. On vérifie une *Équerre d'Arpenteur* en s'assurant si les deux diamètres formés par les 4 pinnules correspondantes deux à deux sont bien perpendiculaires.

Voici comment on procède (fig. 53) : On choisit une surface à peu près horizontale, on plante l'équerre d'aplomb sur le terrain, puis on vise par l'une des pinnules quelconques, soit, par exemple, *a* dans la direction *a b* ; alors on fait planter dans cette direction *a b* un jalon en J, éloigné de 50 à 60 mètres à peu près de l'équerre ; on vise

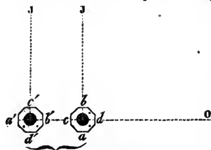


Fig. 53.

ensuite sans déranger l'équerre dans la direction perpendiculaire à la première de c en *d*, et l'on fait planter un jalon en O à la même distance de l'instrument que le premier jalon. Ces dispositions étant prises, et sans déranger l'aplomb de l'équerre, on lui fait faire un quart de tour, c'est-à-dire qu'on agit de manière que le diamètre *a b* soit dans la direction *a' b'*; alors l'équerre sera bonne, et les diamètres seront parfaitement perpendiculaires, si, du point *a'* (nouvelle position), on aperçoit le jalon O, et du point *d'*, le jalon J; dans le cas contraire l'équerre sera fausse et devra être rejetée.

On peut continuer de tourner l'équerre quart de tour par quart de tour, et vérifier chaque fois jusqu'à ce que l'équerre ait repris sa première position. Alors on aura une idée exacte de la qualité et de la justesse de cet important instrument.

Cette opération se nomme *faire un tour d'horizon*.

17e problème. *On veut mener un alignement, au moyen de l'équerre, du point* A *au point* B, *invisibles l'un à l'autre* (fig. 54).

Solution. Du point A on se dirige vers B avec l'équerre

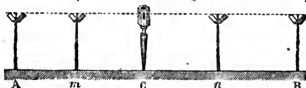


Fig. 54.

jusqu'au point C, d'où on peut apercevoir les deux extrémités A et B; on plante l'équerre de manière à pouvoir distinguer le jalon B par une pinnule, et le point A, sans déranger l'équerre, par la pinnule opposée. (Ce n'est qu'à la suite d'un grand nombre de tâtonnements qu'on peut parvenir à trouver le point C avec habileté.)

Lorsqu'on a déterminé convenablement le point C, on

peut planter les jalons intermédiaires en se plaçant avec l'équerre entre A et C pour planter les jalons *m*, et entre C et B pour planter le jalon *n*.

18ᵉ problème. *Sur un terrain, on veut élever avec l'équerre une perpendiculaire sur une ligne droite* (fig. 55).

Solution. Cette opération est très-simple à exécuter au

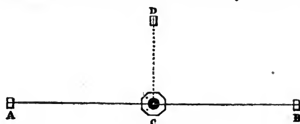


Fig. 55.

moyen de l'équerre : il suffit pour cela de jalonner deux lignes établies dans la direction des pinnules perpendiculaires de l'équerre.

Soit AB la ligne sur laquelle on propose d'élever une perpendiculaire, et C le point où doit tomber cette perpendiculaire.

On place l'équerre quelque part sur la ligne AB, de manière qu'en visant alternativement par les pinnules opposées (après avoir placé l'instrument de manière à apercevoir d'abord l'un des points A ou B), on aperçoive les points A et B l'un après l'autre. Cette position de l'équerre étant ainsi établie en C, par exemple, on vise par la pinnule perpendiculaire à la première direction, et l'on fait établir un ou plusieurs jalons dans la direction du rayon passant par les pinnules correspondantes, de C en D. On agira de la même manière pour élever un certain nombre de perpendiculaires sur la même ligne, et par conséquent pour établir des parallèles.

19e problème. *D'un point situé hors d'une ligne droite, on propose d'abaisser sur cette ligne une perpendiculaire au moyen de l'équerre* (fig. 56).

Solution. Soit AB la droite sur laquelle on veut abaisser une perpendiculaire du point D, situé hors de cette ligne.

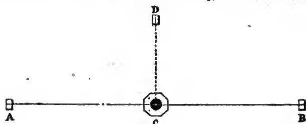


Fig. 56.

L'Arpenteur, muni de son équerre, cherchera, par tâtonnements, à déterminer sur la ligne AB un point tel qu'en apercevant A et B l'un après l'autre par les pinnules opposées correspondantes, il aperçoive ensuite le jalon situé en D par les pinnules de la direction perpendiculaire à AB; le point C, qui répond à cette condition, sera le pied d'une perpendiculaire.

Il faut aussi une grande habitude pour déterminer rapidement le pied de la perpendiculaire.

DU GRAPHOMÈTRE.

108. Le *Graphomètre* (fig. 57) est un instrument dont on fait usage pour prendre ou pour mesurer les angles.

Il se compose principalement :

1° D'un demi-cercle de cuivre;

2° De deux règles de même métal;

3° D'un genou qui permet de poser cet instrument sur un pied dans une situation convenable.

Le demi-cercle ou limbe est exactement divisé en 180 degrés, et chaque degré est divisé en deux parties.

Certains graphomètres sont divisés en grades; alors le limbe ou demi-circonférence contient 200 grades (*voir*

nouvelle division de la circonférence, (nº 12). Les degrés ou les grades se comptent en allant de droite à gauche.

Des deux règles du graphomètre, l'une AB est immobile :

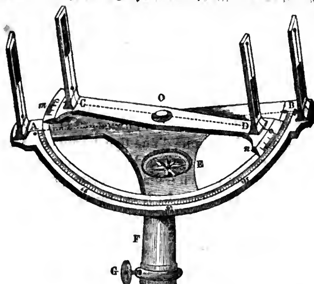


Fig. 57.

elle est le diamètre du cercle; l'autre CD, qui est mobile, est fixée par le milieu O sur le centre de l'instrument; elle permet de prendre les degrés des angles et de déterminer les distances, les hauteurs, etc.

Chaque règle ou alidade est munie à ses extrémités d'une petite plaque ou platine en cuivre perpendiculaire au plan de la règle. Sur le milieu de ces platines, on a établi une ouverture, moitié pinnule, moitié croisée, pour obtenir la direction du rayon visuel; chaque croisée, qui est garnie d'un fil de soie ou d'un crin bien fin, comme dans l'équerre, est disposée de manière que l'une se trouve au-dessus de la pinnule, et l'autre au-dessous; en sorte qu'une pinnule quelconque correspond à une croisée. On peut adapter une boussole E au graphomètre : elle sert à déterminer la position de l'endroit où l'on opère, ou des objets sur les-

quels on dirige les rayons visuels, relativement aux points cardinaux.

Aux deux extrémités de l'alidade mobile CD on a tracé un *Vernier*, c'est-à-dire deux arcs de cercle *m* et *n* présentant chacun 15 divisions. La première division *o* est établie à chaque extrémité de la ligne droite qui passe par le centre de l'instrument et les ouvertures des platines de l'alidade mobile. Les 15 divisions du Vernier correspondant à 14 divisions du limbe, sont par conséquent d'un quinzième plus petites (*voir le Vernier et son usage*, n° 117).

Le genou est l'extrémité d'une tige terminée en boule; cette boule est engagée entre deux coquilles qu'on peut serrer à volonté au moyen d'une vis. Cette partie du graphomètre sert à faire prendre à cet instrument toutes les positions ou inclinaisons nécessaires pour l'établir de niveau. Une *douille* F, qui est le prolongement du genou, s'adapte à l'extrémité supérieure ou tige d'un appareil nommé *trépied*, formé de trois pièces de bois adaptées chacune à la tige au moyen d'une vis et d'un écrou ; ces pièces de bois ont à leurs extrémités une pointe de fer qui les empêche de glisser sur le sol, et elles peuvent s'écarter ou se rapprocher, suivant l'égalité ou l'inégalité du terrain.

VÉRIFICATION DU GRAPHOMÈTRE.

109. Pour vérifier un *Graphomètre*, on commence par le placer convenablement en station, puis l'on observe chacun des trois angles d'un même triangle : si l'instrument est bon ou si les angles ont été bien levés, la somme des trois angles, à peu de chose près, sera 180 degrés.

Un second moyen de vérifier le graphomètre consiste, après l'avoir établi horizontalement sur le terrain, à viser successivement chacun des objets qui l'entourent, *arbres*, *bornes*, etc., de manière à prendre les angles successifs déterminés par les directions qui partent du point de la station et aboutissent aux points visés. Après avoir tourné dans le même

sens jusqu'à ce que l'on soit arrivé à l'objet d'où l'on est parti, on doit trouver 360 degrés pour la somme de tous les angles successifs qu'on a observés autour de l'instrument : cela s'appelle *faire un tour d'horizon.*

Un *graphomètre* qui, dans un tour d'horizon, ne donne que quelques minutes d'erreur, par exemple un nombre de minutes égal à celui des angles faits sur le terrain, pourra être considéré comme exact, tant à cause de notre imperfection dans la vue que dans la petitesse de chaque division de l'instrument.

On fera bien aussi de recommencer la même opération plusieurs fois afin d'éviter que certaines erreurs commises dans l'appréciation de l'un des angles compensent le défaut que peut avoir l'instrument.

Le *Graphomètre* peut encore être défectueux quant à la position des pinnules ; pour s'en assurer, on place l'alidade CD dans la direction du diamètre ou règle immobile AB, de manière que les *o* des Verniers coïncident avec la ligne de foi, puis l'on examine si ces pinnules se correspondent parfaitement, c'est-à-dire si les quatre fils se confondent dans un même plan. Enfin on change la position de l'alidade mobile, de manière que le Vernier, qui se trouve sur le zéro du limbe soit sur 180 degrés, et l'on examine si les quatre fils coïncident encore dans cette position nouvelle.

DE LA BOUSSOLE.

110. La *Boussole* d'Arpenteur ABCD (fig. 58) se compose d'une boîte ronde construite dans le milieu d'une autre boîte carrée d'une dimension proportionnelle à l'appareil où elle doit être adaptée. Au centre de la boîte se trouve une aiguille aimantée, munie d'une chappe en agâte, et soutenue en équilibre par

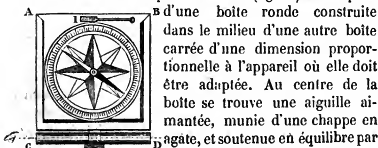


Fig. 58.

une pointe ou pivot d'acier placé perpendiculairement. Cette aiguille, ayant la propriété de se diriger librement vers un même point de l'horizon, donne des directions à peu de chose près parallèles, en changeant l'instrument de place, toutefois lorsqu'il s'agit d'endroits peu éloignés entre eux.

Dans l'intérieur de la boîte se trouve un cercle métallique ou limbe divisé en degrés depuis 0 jusqu'à 360; une étoile est figurée sur le fond ; elle est formée de deux diamètres, qui se coupent perpendiculairement, en passant par le centre; chaque extrémité de ces diamètres indique un point cardinal, et ces diamètres sont chacun parallèles à deux des côtés de la boîte. Une *alidade* CD, dirigée du nord au sud de la boîte, est adaptée sur l'un des côtés ; elle est formée d'un tuyau de bois et de deux pinnules, au moyen desquelles on peut viser aux points qu'on veut observer ; comme cette *alidade* est fixée par le milieu M, on peut la faire mouvoir autour de son axe de haut en bas et réciproquement, afin de viser les points les plus hauts ou les points les plus bas, relativement à l'endroit où l'on se trouve en station. Au-dessous de la boîte se trouve un genou et une douille qui reçoit un trépied, comme pour la *planchette* ou le *graphomètre*.

Enfin un ressort I est adapté à la boîte; il soulève l'aiguille de dessus son pivot, et la met en repos, lorsqu'on place le couvercle de l'instrument.

VÉRIFICATION DE LA BOUSSOLE.

111. On vérifie la *Boussole* en la plaçant horizontalement sur son pied à l'extrémité d'une droite, et l'on marque le nombre de degrés ou de grades que fait l'aiguille aimantée avec cette droite, puis on prend à l'autre extrémité de la ligne l'angle formé entre le jalon qu'on a eu soin de poser à la première station, et l'aiguille aimantée. Cet angle doit être égal au supplément du premier, si la

boussole est exacte. On nomme cette opération : *orienter une ligne à ses deux extrémités*[1].

Une aiguille est bien aimantée lorsqu'elle oscille quelque temps avant de se fixer[2].

Application. *On peut mesurer les angles au moyen de la Boussole*[3], *lorsqu'on n'a pas besoin d'une précision plus grande que le quart d'un degré.*

Soit l'angle POS (fig. 59).

1° Pour le mesurer, on dirige l'*alidade* ou *visière*, suivant un des côtés OS de l'angle à mesurer, puis l'on remarque à quelle graduation correspond la pointe bleue de l'aiguille ;

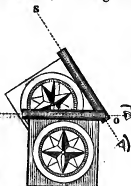


Fig. 59.

2° On fait tourner la boîte pour amener l'alidade sur le second côté OP de l'angle : alors la pointe bleue de l'aiguille correspond à une nouvelle graduation.

Si, dans la première position l'aiguille a marqué 15° ½, et si dans la seconde elle a indiqué 35°, la différence, 19° ½ exprimera la valeur de l'angle POS, qu'on a observé.

[1] Cette ligne doit être d'une assez grande étendue.

[2] On nomme déclinaison de l'aiguille aimantée l'angle que détermine sa direction avec celle de l'axe des pôles de la terre. Cette déclinaison, qui varie suivant les lieux et le temps, est pour Paris de 22° et quelques minutes entre le nord et l'ouest.

[3] L'aiguille de la *boussole* a la propriété fondamentale, non pas de se tourner vers le nord, comme on le dit souvent, mais de prendre une position constante dans un même lieu et d'y revenir après un certain nombre d'oscillations, lorsqu'on l'en a écartée : elle peut donc être considérée comme prenant une direction fixe.

DE LA PLANCHETTE.

112. La *planchette* (fig.60) est un instrument composé : 1° d'une table portative rectangulaire en bois[1] ABDC de 8 décimètres de long sur 5 de large; 2° d'un trépied EF comme pour le graphomètre.

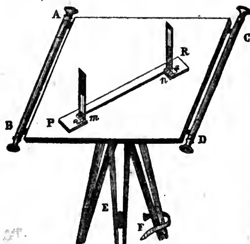


Fig. 60.

Sur la planchette on fixe une feuille de papier qui doit recevoir un plan, soit au moyen de colle à bouche, soit au moyen de clous punaises.

Souvent la planchette est munie (à deux extrémités opposées) de rouleaux AB et CD sur lesquels on enroule le papier ; des vis ou écrous permettent de les rendre immobiles quand on a bien tendu le papier. Par ce moyen on évite le collage, et l'on peut donner au papier une longueur plus grande que la planchette, suivant l'importance des plans qu'on doit lever.

Le dessous de la planchette est garni d'un genou et d'une douille, qui s'adapte à l'extrémité supérieure ou tige du *trépied*.

[1] Elle est ordinairement formée de plusieurs petites planches de bois blanc bien sec, et unies entre elles au moyen de languettes et rainures, maintenues par un cadre à onglet de bois dur. Cet assemblage empêche la planchette de se voiler, et en maintient la surface parfaitement plane.

Pour prendre les alignements, on fait usage d'une règle épaisse que l'on place de champ et dont on dirige le bord sur le point que l'on vise ; alors on tire une ligne le long de la règle, et l'on détermine ensuite sur le papier l'alignement demandé.

On se sert le plus souvent d'une règle en cuivre PR, nommée *alidade*, dont chaque extrémité est terminée par une pinnule verticale assez haute pour pouvoir diriger un rayon visuel du point où l'on est sur un objet éloigné, et pouvoir atteindre, sans déranger la *planchette*, les endroits du terrain plus élevé ou plus bas que ceux du plan correspondant à la face supérieure de la *planchette* ; la règle *mn*, qui fait le corps de l'alidade, sert à tracer sur le papier une ligne droite correspondant à ce rayon visuel ; sur la règle de l'*alidade* se trouve souvent gravée une échelle de proportion.

VÉRIFICATION D'UNE ALIDADE.

113. On peut vérifier une *alidade* en enfonçant deux aiguilles bien perpendiculairement dans la planchette, puis plaçant l'alidade contre ces aiguilles, on fait mettre à une certaine distance de la planchette, en avant et en arrière, un jalon dans la direction du rayon visuel, qui passe par les pinnules de l'alidade. Si, en retournant l'alidade et l'appliquant encore contre les aiguilles, on aperçoit les deux jalons par les pinnules, on sera certain de l'exactitude de l'instrument.

DES NIVEAUX.

114. Les *niveaux* sont des instruments au moyen desquels on peut obtenir des surfaces parallèles à celle des eaux dormantes. On distingue plusieurs sortes de niveaux :

1° Le *niveau d'eau ;*

2° Le *niveau à bulle d'air ;*

3° Le *niveau à perpendicule.*

1° Niveau d'eau (fig. 61). Cet instrument se compose d'un tube cylindrique de fer blanc ou de laiton, léger et mince, long de 1 mètre 30, et recourbé par ses deux extrémités AB, de manière à recevoir deux fioles de verre ; ces fioles sont ouvertes l'une et l'autre. Le tube du niveau est monté comme le graphomètre sur un genou placé au milieu de sa longueur.

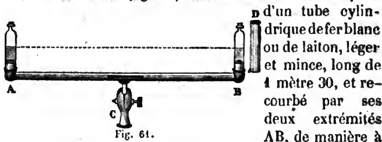


Fig. 61.

Ce genou est terminé par une douille, qui s'adapte à la tige d'un trépied au moyen duquel on peut le placer convenablement sur un terrain. Par l'une des fioles on verse de l'eau, ordinairement colorée en rouge, jusqu'à ce qu'elle monte à peu près à moitié de chacune d'elles.

On dit que le niveau est horizontal lorsque l'eau s'élève également dans les fioles. Les niveaux en cuivre sont plus solides et plus commodes ; ils se démontent en plusieurs pièces qui peuvent être placées dans un étui.

2° Niveau a bulle d'air. Le niveau à bulle d'air (fig. 62) consiste en un tube de verre AB presque rempli de liquide coloré, contenant une portion d'air formant une bulle mobile, qui tend constamment à se placer vers la partie la plus élevée ; cette bulle d'air s'arrête au milieu du tube marqué par un trait gravé O, lorsque l'objet sur lequel le niveau est placé se trouve horizontal.



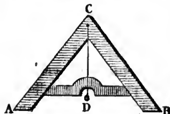


Fig. 62.

Le tube de verre qui renferme le liquide est intro-

duit dans un autre en cuivre[1], qui protége la fragibilité du premier ; ce dernier est fermé par les bouts à l'aide de petits couvercles vissés, et il est adapté à une règle de cuivre parallèle à l'axe du tube. La partie supérieure du tube de cuivre est ouverte par une fenêtre *mn* allongée à la surface, afin de laisser apercevoir les mouvements de la bulle. Lorsque le liquide n'est pas coloré, un papier rouge ou blanc est enroulé sous le tube de verre, à la partie correspondant à l'ouverture supérieure.

On vérifie l'exactitude du niveau en le plaçant sur un objet, de manière que la bulle soit divisée en deux parties égales par le trait : en retournant le niveau de manière que les deux bouts se remplacent mutuellement, si la bulle est encore dans les mêmes conditions que précédemment, c'est une preuve que l'instrument a été bien construit et se trouve exact.

3° Niveau a perpendicule. Le niveau à perpendicule est composé d'une équerre portant à l'extrémité de l'un de ses côtés un fil à plomb, et ayant, sur ce côté, un trait bien perpendiculaire sur le bord ; ou bien il est formé par deux règles AC, CB, nommées *hanches*, de dimensions égales (fig. 62) adaptées entre elles par une mortaise et une traverse. Sur le milieu D de la traverse est un trait correspondant à la direction du fil à plomb ; ce trait se nomme *ligne de foi.*

On vérifie ce niveau de la même manière que le niveau à bulle d'air, c'est-à-dire qu'après l'avoir placé sur une table dont on règle la surface, pour que le fil à plomb recouvre la *ligne de foi*, en retournant l'instrument de telle sorte que l'une des extrémités (*dans la nouvelle position*) soit précisément à la place qu'occupait l'autre ex-

[1] Ce liquide, qui est plus souvent de l'eau ou de l'esprit de vin coloré, est remplacé avec avantage par de l'huile de tartre ou de l'acide nitreux, qui ne sont pas susceptibles de se geler comme l'eau ni de se condenser comme l'esprit de vin.

trémité dans la première situation ; si le fil à plomb recouvre encore la ligne de foi, le niveau est bien construit : il est dit *éprouvé* par cette opération.

Avec le niveau à perpendicule, on fait usage de deux règles ayant deux mètres chacune, et divisées métriquement. Le niveau repose sur l'une des règles placées horizontalement, et lorsque le fil à plomb recouvre la ligne de foi, avec l'autre règle que l'on tient verticalement à l'extrémité qui se détache du plan, on peut rendre compte de la différence des niveaux.

DE LA MIRE.

115. Toutes les opérations d'Arpentage qui exigent le niveau, nécessitent en même temps l'emploi de la *mire* ou *stadia* (fig. 63).

Cet instrument est composé :

1° d'un montant ou règle en bois de sapin *mn,* divisée métriquement sur l'une de ses faces et dans toute sa longueur, qui a 2 à 3 mètres ;

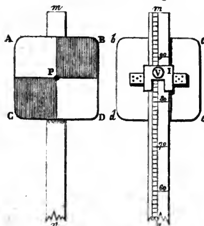


Fig. 63.

2° d'une feuille de fer blanc ABCD de 3 décimètres carrés, et divisée par deux lignes formant 4 carrés, dont 2 blancs et 2 noirs ou rouges ; l'intersection des deux lignes détermine un point P, nommé *point de visée.* Cette deuxième partie de la *mire* se nomme *voyant ;* elle se fixe à volonté sur la règle au moyen d'un collier en cuivre I, qui lui permet de glisser le long de cette règle ; une vis de pression V, située sur le collier, permet de fixer le *voyant* sur la règle en tel endroit où il doit être arrêté.

Lorsqu'on doit apprécier des hauteurs assez considérables, on fait usage de la *mire à coulisses* (fig. 64).

Cet instrument est formé d'une *règle* épaisse MNH et d'un *voyant* ABCD fixé à l'extrémité d'une réglette glissant avec facilité dans une rainure longitudinale, pratiquée sur la règle principale. Si l'on fait glisser la *réglette* dans la rainure, on peut élever le *voyant* au-dessus de l'extrémité MN de la *règle*, et en augmenter à volonté la longueur.

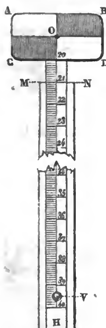


Fig. 64.

La *règle* et la *réglette* sont chacune longues de 2 mètres; la *réglette* est divisée en décimètres, centimètres et millimètres. Ses numéros vont en croissant de haut en bas, à commencer par 20. Lorsque la *réglette* occupe toute la rainure longitudinale de la règle, et que la ligne CD rase juste le bout MN de cette règle, *le point de visée* O se trouve juste à 2 mètres d'élévation au-dessus du sol; mais si l'on monte le *voyant*, et que la ligne MN, extrémité de la règle, rase le n° 23 de la réglette; il s'ensuit que le *point de visée* O est à 23 décimètres au-dessus du terrain; enfin une *vis* de pression V permet d'arrêter la réglette sur la règle pour faciliter la lecture de la graduation.

ÉCHELLE DE PROPORTION.

116. *L'échelle de proportion* n'est autre chose qu'une ligne droite divisée en un certain nombre de parties égales, dont chacune représente telle longueur déterminée : par conséquent, un dessin, établi sur une échelle, est en proportion avec cette échelle, comme l'objet représenté s'y trouve avec ses longueurs réelles; ainsi *l'échelle sert, en général, à réduire proportionnellement sur le papier les grandeurs des dimensions d'un objet.*

La division décimale est celle qu'on adopte maintenant. Ainsi, la ligne étant partagée en dix parties, chacune d'elles est subdivisée aussi en dix autres plus petites, et ainsi de suite.

Les échelles se trouvent toutes tracées sur des règles en buis, en ivoire ou en cuivre. Comme il est utile de savoir les construire soi-même, et que souvent on a besoin de les établir plus grandes ou plus petites, voici le moyen d'y parvenir :

Construction d'une échelle simple. On tire une ligne



Fig. 65.

droite indéfinie AB (fig. 65); on porte sur cette ligne 10 parties égales A-1, 1-2, 2-3, etc. : chacune de ces parties représente 1 *mètre*, 1 *décimètre*, etc., pour l'unité principale, suivant la grandeur du papier qui doit contenir le plan de ce qu'on veut représenter ; chaque partie obtenue est encore divisée en 10 parties égales, qui représentent alors les sous-multiples de l'unité adoptée pour les divisions précédemment établies.

Usage. En prenant les divisions principales A-1, 1-2, etc., pour les mètres, si l'on veut représenter une longueur de 7 mètres 8 décimètres, on ouvrira le compas de A en o, et l'on portera cette longueur sur le papier à l'endroit du dessin, qui y correspond.

Si l'on veut représenter, avec la même échelle, une longueur de 5 mètres 28, considérant A-1 comme un décimètre, dix divisions égales ou AB représenteront par conséquent 1 mètre. On portera donc d'abord 5 fois la longueur AB, puis on ajoutera en sus la longueur A-i, correspondant aux 28 centimètres.

Il existe encore une échelle beaucoup plus commode ; elle sert dans un grand nombre d'opérations ; on la nomme *échelle de dixme* ou *décimale* (fig. 66).

Pour construire cette échelle, on tire une ligne indéfinie

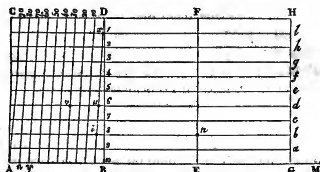


Fig. 66.

AM, puis avec une ouverture de compas arbitraire, on porte 10 divisions de A en B (*ces divisions peuvent, suivant le besoin, être considérées comme une unité simple,* mètre *ou* décimètre, *ou comme contenant* 10 *de ces unités*) ; avec une ouverture de compas égale aux 10 divisions ou AB, on détermine, sur la ligne AM, les points E, G (et d'autres relativement à la longueur qu'on veut donner à l'échelle). Aux points A, B, E, G on élève les perpendiculaires AC, BD, EF, GH, d'une longueur arbitraire, mais égales entre elles; on divise ces perpendiculaires en 10 parties égales, et par les points obtenus 1, 2, 3, etc., on tire les parallèles 1 l, 2 h, 3 g, etc. ; on partage la portion CD en 10 parties comme on l'a fait pour AB, et l'on trace les lignes transversales A 90, m 80, y 70, etc.

Il est facile de comprendre que la distance 1 à x est la dixième partie de d 10, que celle de 6 à u, égale 6 dixièmes de d 10, etc.

Usage de l'échelle décimale. En considérant la longueur AB comme représentant 10 mètres ou 1 décamètre,

pour prendre avec cette échelle une longueur de 2 décamètres 36, on ouvrira le compas de d en v.

En effet, $d\ 6 = 2$ décamètres ou 20 mètres,

$6\ u = 6$ décimètres,

et $u\ v = 3$ mètres.

On comprendra également que pour avoir 1 décamètre 08, on devra prendre la longueur $n\,i$, etc.

Observation. Si l'on considère la longueur AB comme représentant 1 mètre, on procédera absolument de la même manière pour prendre sur l'échelle les longueurs

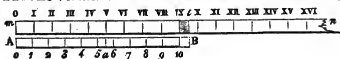
2 mètres 36

ou 1 mètre 08

On se sert souvent pour échelle d'une règle en buis, nommée *double-décimètre*, dont on peut tirer parti comme de l'échelle simple que nous avons décrite précédemment.

DU VERNIER.

117. Le *Vernier* ou *Nonius*[1] est un instrument au moyen



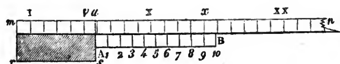


Fig. 67.

duquel on peut évaluer de très-petites portions de droites ou de courbes. Dans le premier cas on fait usage du *vernier droit*, dans le second on emploie le *vernier circulaire*.

1 L'invention ingénieuse de cet instrument est due à un géomètre nommé *Pierre Vernier* qui le publia en 1631 ; pendant longtemps elle fut attribuée à *Nonius*, qui y avait attaché son nom.

L'instrument consiste (fig. 67) en deux règles divisées respectivement en parties égales : l'une *mn*, plus grande, est considérée comme fixe ; l'autre, plus petite, AB, est mobile, et glisse le long de la première dans une coulisse qui lui est ménagée : c'est elle qui prend le nom de *vernier*.

Pour évaluer des dixièmes de millimètre, on donne au *vernier* AB une longueur de 9 millimètres et on le divise en 10 parties égales : donc chacune des divisions du *vernier* vaut 9 dixièmes d'un millimètre.

Lorsqu'on place le *vernier* de manière que les extrémités *m* et A se correspondent sur la même ligne verticale, l'extrémité B du *vernier* correspondra à la neuvième division de la règle *m n* (*puisque* 10 *divisions du* vernier *égalent* 9 *divisions de la règle*) ; alors le point 1 du *vernier* et celui I de la règle sont à 1 dixième de millimètre l'un de l'autre ; les points 2 et II sont à 2 dixièmes de millimètre ; le point 3 et III sont à 3 dixièmes de millimètre ;... enfin les points 10 et X sont distants de 10 dixièmes ou d'un millimètre.

Si l'on veut évaluer sur la règle *mn* la longueur IX*i*, on fera glisser le *vernier* jusqu'à ce que l'extrémité B soit en *i* : alors le chiffre 5 du *vernier*, correspondant à la division V de la règle, indiquera que IX*i* égale 5 dixièmes de millimètre de longueur.

Application. *Sur une longueur qui a été mesurée, on a un excédant* **r s** : *on veut l'évaluer au moyen du* vernier.

On place cette longueur *r s* sur la règle *m n*, de manière que les extrémités *m r* se correspondent ; puis on fait glisser le *vernier* pour que l'extrémité A touche l'extrémité *s* : alors, il est facile de conclure que *r s* égale 5 millimètres plus 9 dixièmes de millimètre.

En effet, nous avons 5 millimètres de *m* en *v*, et comme

la division 9 du *vernier* correspond à une division x de la règle, d'après ce qui précède nous concluons que $v\ u$ égale 9 dixièmes de millimètre.

REMARQUE. Si la division 9 du *vernier* (*la plus voisine d'une des divisions de la règle*) ne tombait pas exactement sur une division de la règle, la fraction sera sensiblement égale à la moitié d'un dixième de millimètre ou égale à un vingtième.

VERNIER CIRCULAIRE. Cet instrument étant, à l'égard des lignes courbes circulaires ou des arcs de cercle, ce que le *vernier droit* est à l'égard des lignes droites, nous nous dispenserons de le décrire ou d'en démontrer l'usage.

DU RAPPORTEUR.

118. Le *rapporteur* est un instrument qui sert à mesurer et à rapporter les angles sur le papier; c'est un demi-cercle de corne transparente ou de cuivre évidé (fig. 68). Il est divisé de gauche à droite et de droite à gauche en 180°, numérotés de 5° en 5° ou de 10° en 10°.

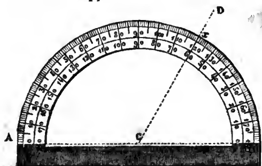


Fig. 68.

Le bord de l'instrument, sur lequel se trouve la division, se nomme *limbe ;* on nomme *ligne de foi* la ligne AB ou le diamètre de l'instrument ; au milieu de cette ligne se trouve une échancrure C, pour les rapporteurs en cuivre, indiquant le centre de l'instrument.

Les rapporteurs en corne ont les rayons marqués et aboutissant à un point C qui est le centre.

Application. *Pour construire, avec le rapporteur, un angle déterminé de 60 degrés, par exemple, on tire sur le papier une ligne* AB, *sur laquelle on détermine le point* C, *qui sera le sommet de l'angle donné.*

On applique alors le centre C du rapporteur au point C de la ligne AB de manière à la faire coïncider par tous ses points avec celle du rapporteur, passant par AB ; puis on marque un point correspondant à l'endroit x du rapporteur marquant 60°, et l'on tire la ligne CD, qui est le second côté de l'angle proposé.

On agira de cette manière, soit pour *construire* des angles, soit pour les *mesurer*.

COMPAS DE RÉDUCTION.

119. Le *compas de réduction* (fig. 69) est un instrument

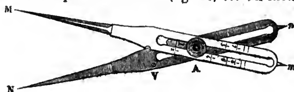


Fig. 69.

au moyen duquel on peut prendre des longueurs, *deux, trois, quatre*, etc., fois plus grandes ou plus petites que certaines longueurs déterminées.

Il se compose de deux branches, M*m* et N*n*, de même longueur ; elles sont terminées en pointe à chaque extrémité, et réunies par un *axe* A, autour duquel elles peuvent se croiser, en présentant la forme d'un X.

L'*axe* A est mobile, il glisse à volonté dans la rainure de chaque branche, et s'arrête en un point quelconque, au moyen d'un écrou de pression situé à l'une de ses extrémités ; un *index* I, fixé à l'axe par une goupille, présente un *trait* ou *ligne de foi* qu'on peut faire correspondre à

l'une des divisions marquées sur chaque côté de la rainure de l'une des branches.

Usage du compas de réduction. Pour faire usage du *compas de réduction,* on commence par le fermer, c'est-à-dire par réunir les 4 pointes deux par deux (*un petit pivot* V *sert à établir la position des deux branches, de manière que les pointes se correspondent exactement par leurs extrémités*); ensuite on fait glisser l'*axe* et l'*index* pour que la *ligne de foi* se trouve en face de l'une des divisions, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc., choisie pour le rapport des longueurs qu'on veut déterminer.

Si, par exemple, la *ligne de foi* correspond à $\frac{1}{2}$ (comme dans la figure 69), en écartant les pointes MN d'une distance égale à la longueur qu'on veut réduire, les deux points *m n* indiqueront la moitié de la longueur correspondant à MN; au contraire, si l'on veut *doubler* une longueur donnée, on la prendra avec les pointes *m n* et l'on obtiendra le double de cette longueur indiquée *par l'écartement des pointes* MN.

Il en serait de même si l'on avait fait correspondre la *ligne de foi* de l'*index* avec $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc., pour obtenir, soit le *tiers*, le *quart*, etc., de la longueur proposée, soit le *triple*, le *quadruple*, etc., de cette même longueur.

Donc, au moyen de cet instrument, il est facile de réduire un dessin quelconque sans faire usage d'une échelle : les *Graveurs*, les *Dessinateurs*, les *Constructeurs d'instruments de précision* en font un fréquent usage; il est aussi d'un grand secours lorsqu'on veut réduire un plan de topographie.

Observation. Depuis plusieurs années on se sert d'un instrument qui peut être considéré comme le multiple des autres; il présente à lui seul tous les avantages de l'*équerre*, du *graphomètre*, de la *boussole* et du *niveau*, étant composé de chacun de ces instruments; on lui donne les noms de *Goniasmomètre, Goniomètre, Pentomètre, Équerre tournante à pignon par-dessous*.

DU GONIASMOMÈTRE.

120. Le *Goniasmomètre* (fig. 70) est un instrument formé d'un corps principal cylindrique AB, comme certaines équerres ; il est divisé vers le tiers de sa hauteur en deux parties : l'une inférieure B est fixe et adaptée à la douille; l'autre supérieure A est mobile sur la première B, au moyen d'une vis V à pignon établie au-dessous de la partie B.

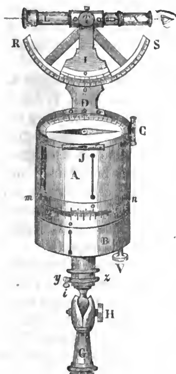


Fig. 70.

Un des bords *mn* de la partie inférieure, et sur lequel se meut la partie supérieure, est divisé en 360 degrés comme le serait un graphomètre entier. Afin de rendre visible chacune de ces divisions, on a argenté le bord divisé ou on l'a incrusté d'un métal blanc nommé *maillechort*. La partie supérieure A, qui est mobile, est munie d'un vernier à l'endroit qui touche la graduation de la partie inférieure; il permet d'apprécier les minutes.

Le cylindre supérieur est percé de quatre ouvertures, deux pinnules et deux fenêtres à angles droits ; le cylindre inférieur n'a que deux ouvertures : l'une est pinnule, et l'autre fenêtre.

Au moyen de la partie supérieure A, on peut opérer comme avec l'équerre ordinaire; les parties A et B réunies présentent les conditions d'un graphomètre : en effet, les deux ouvertures de la partie inférieure correspondent aux

pinnules de l'alidade immobile du graphomètre, et deux ouvertures correspondantes quelconques de la partie supérieure remplacent l'alidade mobile avec laquelle on peut déterminer l'amplitude des angles. Avant d'opérer on a soin de placer la partie mobile de manière *que le zéro du limbe corresponde au zéro du vernier* : l'instrument est alors en *station normale.*

Une lunette LX et une boussole D sont adaptées sur le corps principal AB de l'instrument; un index I, fixé à angles droits sur le milieu T de la lunette, suit tous les mouvements de cette dernière; il est aussi muni d'un vernier, qui détermine sur un limbe gradué RS les degrés et les minutes des angles observés dans les plans d'une direction verticale. On peut considérer cette *lunette*, ce *limbe* et cet *index* comme formant un *graphomètre* placé verticalement pour la mesure des *hauteurs inaccessibles* dont nous nous occuperons dans un chapitre spécial.

Lorsqu'on veut faire un nivellement, on place la lunette pour que le zéro du vernier de l'index corresponde au zéro du limbe vertical RS, et l'on établit le *goniasmomètre* dans une position horizontale au moyen des deux petits niveaux à bulle d'air C, J; la douille G à genou H, qui supporte l'instrument, facilite cette disposition. (L'instrument peut se mouvoir sur l'axe *y z*, et il peut être rendu fixe au moyen de la vis d'arrêt *i*.)

Au moyen de la *boussole* D et de la *lunette* LX considérée comme alidade, on opère exactement comme avec la boussole ordinaire d'arpenteur pour mesurer les angles dans les levés des plans.

Cet instrument a été perfectionné à l'Ecole forestière de Metz, et complété par M. Godot, opticien à Paris. Les ingénieurs-géographes, les géomètres des ponts-et-chaussées et du cadastre l'emploient communément.

CHOIX, SOINS ET RÉPARATIONS DES INSTRUMENTS D'ARPENTAGE.

121. Un arpenteur-géomètre qui veut effectuer les opérations relatives à son art avec toute l'exactitude exigée dans son travail doit être sévère dans le choix des instruments dont il veut faire usage ; il ne recule pas devant une dépense un peu considérable pour posséder un instrument parfait dont la qualité le dédommage toujours, dans ses opérations, des sacrifices qu'il s'imposé : il s'adressera donc dans une maison connue depuis longtemps et digne de confiance, afin de s'éviter des embarras ou le désagrément de les renouveler en peu de temps.

Les instruments neufs sont ou vernis ou polis au gras, pour être préservés de l'influence de l'air ou de la main qui les touche ; lorsqu'ils sont vernis, on doit après chaque opération, les frotter doucement avec un linge fin et propre pour ne pas enlever la matière qui les recouvre ; les instruments polis au gras peuvent être frottés un peu fort : alors ils reprennent le brillant qu'ils perdent au bout d'un certain temps, à la suite de plusieurs opérations. Quant aux instruments qui n'ont pas été polis au gras ni vernis, on les rend propres en les frottant avec du blanc d'Espagne détrempé dans de l'alcool.

Certains instruments de bois sont vernis comme les meubles en acajou ; après chaque opération, il faut les essuyer avec un linge très-doux humecté de temps en temps d'un peu d'huile d'olive ou d'un peu d'alcool, lorsqu'ils se recouvrent de petites taches mates. Le trépied, le bois de la mire à coulisses, les piquets sont ordinairement cirés ou huilés ; il est facile de les entretenir. Quant à la planchette, on la frotte avec un papier de verre sur la surface destinée à suporter la feuille de papier, lorsque cette surface commence à se salir.

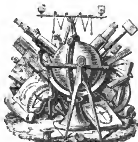
Pour conserver les instruments en bois, il faut les mettre

essentiellement à l'abri de l'*humidité* et de la *chaleur ;* on doit placer la planchette sur une surface parfaitement plane et la charger de livres pour l'empêcher de se déjeter.

Nous avons vu (nº 101) la manière de réparer la chaîne d'arpenteur, lorsqu'elle s'est allongée ; si un chaînon s'est courbé, il faut le redresser avec un marteau.

Lorsqu'il manque un crin à l'une des fenêtres de l'équerre ou à celles des alidades des graphomètres, on en choisit un ordinairement noir ; il doit être bien calibré, c'est-à-dire d'un diamètre égal dans la longueur correspondante à celle de la fenêtre à laquelle on le destine ; ensuite on fait un nœud à l'une des extrémités pour l'arrêter dans la pinnule placée au-dessus ou au-dessous de cette fenêtre, et l'on fixe l'autre extrémité en l'enroulant sur une vis que l'on serre ensuite.

Lorsque la planchette s'est déjetée, on mouille la surface courbée et l'on charge de poids la partie opposée pendant un certain temps. Enfin, on place les fioles du niveau d'eau dans la partie du tube qui doit les contenir, au moyen d'un mastic que l'on fait fondre en le chauffant. Dans cette opération, il faut avoir soin de bien sécher les fioles pour en éviter la rupture.



DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE III.

ARPENTAGE[1].

BUT DE L'ARPENTAGE. **122.** *Mesurer les superficies agricoles* afin d'en évaluer la contenance; — *représenter* sur le papier, avec précision, la forme et les dimensions

[1] NOTE HISTORIQUE SUR L'ARPENTAGE. L'origine de la *Géométrie* (*dont l'*ARPENTAGE *est une des nombreuses applications* remonte à la plus haute antiquité : elle est attribuée à différents peuples; mais la plupart des historiens la font naître en ÉGYPTE. On prétend généralement que les *Égyptiens*, se trouvant dans la nécessité, par les débordements périodiques du *Nil*, de reconnaître et de tracer les limites de leurs propriétés, durent comprendre les premiers toute l'importance *d'en conserver la mesure* par des *tracés* ou par des *états* ou *mémoires* qu'ils en dressaient. Un historien sérieux, JAMBLIQUE, assure que l'*Arpentage*, ainsi que l'*art de diviser les terres*, était pratiqué en *Égypte* avant l'arrivée de JOSEPH (1700 ans av. J.-C.).

HÉRODOTE et STRABON appuient cette opinion.

HÉRODOTE* (*le premier des historiens qui aient écrit en prose*), en racontant son voyage à THÈBES et à MEMPHIS, dit : **

« Les prêtres m'apprirent que SÉSOSTRIS *fit le partage des « terres entre tous ses sujets ; qu'il en donna à chacun une égale « portion en carré, et tirée au sort, à la charge d'en payer par « an un certain tribut, qui composait le revenu du Roi. Lorsque « le fleuve diminuait à quelqu'un une portion de sa propriété, « cette personne,* lésée *dans son bien, allait trouver le Roi, et lui*

* Célèbre historien grec, né à Halicarnasse, 484 av. J.-C.
** Voir le texte grec, liv. II, § 59 (EUTERPE).

proportionnelles de ces superficies[1]; — les *partager* selon des directions et certains rapports déterminés de contenance, — *indiquer*, à l'aide de teintes et de signes conventionnels, les diverses espèces de cultures ou de terrains; —*fixer* les limites des superficies par des bornes qui en déterminent l'étendue particulière :

*Tel est le but général de l'*ARPENTAGE.

123. D'après cette *définition*, nous étudierons successivement :

1° *L'Arpentage proprement dit;*
2° *Le levé des plans ;*
3° *Le partage des superficies ;*
4° *Le lavis des plans ;*
5° *Le bornage des terrains.*

124. Le verbe *arpenter*, dans son acception propre, signifie littéralement MESURER AVEC L'ARPENT (*ancienne mesure de surface*). On n'a pas encore pu, jusqu'ici, remplacer ce mot par une dénomination plus en harmonie avec les nouvelles mesures métriques, comme on l'a fait avec l'expression relative aux petites surfaces en employant *métrage* au lieu de *toisage*.

« *exposait ce qui était arrivé; alors le prince envoyait sur les*
« *lieux des Arpenteurs qui mesuraient l'héritage pour savoir de*
« *combien il était diminué, afin de ne faire payer le tribut que*
« *proportionnellement à ce qui était resté de terrain.* »

Je crois, dit HÉRODOTE, que ce fut de là que prit naissance la *Géométrie* avant de passer chez les *Grecs*.

Enfin, en Grèce, *Thalès*, l'un des sept sages de ce pays, introduisit l'*Arpentage*, après avoir visité l'*Égypte ;* il ajouta à cet art d'importants développements qui en facilitèrent de beaucoup l'étude. La *Grèce* ensuite répandit partout cette connaissance aussi nécessaire qu'indispensable à tous les hommes.

[1] Les mots *superficie*, *surface*, *contenance* , *étendue* ou *aire* auront pour nous la même signification. Il s'agira toujours de la quantité d'unités que contiendra une *figure plane*.

CHAPITRE IV.

1° ARPENTAGE PROPREMENT DIT.

125. *Arpenter une superficie agricole* c'est chercher combien de fois une autre superficie, prise pour unité, est contenue dans la première : le résultat détermine l'*étendue du terrain que l'on a mesuré.*

126. Nous avons dit précédemment que l'unité dont on fait usage dans toute la France est l'*are*, son multiple *hectare*, et son sous-multiple *centiare.* (*Voir les notions générales sur les mesures métriques, à la fin du volume.*)

127. Pour *arpenter*, on fait usage de la *chaîne métrique :* comme elle a dix mètres de long, on la nomme *décamètre.*

Observation. Nous allons guider nos *lecteurs* dans toutes les opérations qu'ils peuvent désirer effectuer sur l'*arpentage en général :* nous tâcherons d'*être aussi clair que concis* dans nos développements, afin d'établir avec méthode les principes d'un art qui n'a besoin que d'être exposé convenablement pour être à la portée de l'intelligence du *propriétaire,* du *cultivateur*, enfin de *tous ceux qui veulent s'en rapporter à eux-mêmes pour les opérations relatives* à l'*arpentage.* Nous examinerons d'abord les *superficies horizontales* ou à peu près (*car on est dans l'usage de ne pas tenir compte des légères inégalités*) ; ces surfaces sont désignées par le nom général de *terrains en plaine ;* nous considérerons premièrement celles qui sont terminées par des lignes droites (*surfaces rectilignes*), ensuite nous nous occuperons des *surfaces* déterminant une ou plusieurs pentes, et auxquelles on donne le nom de *terrains inclinés.*

PRÉCAUTIONS DE L'ARPENTEUR AVANT DE COMMENCER UNE OPÉRATION SUR LE TERRAIN.

128. Lorsqu'un *arpenteur* [1] arrive sur un terrain où il doit opérer, son premier soin est de le parcourir afin

[1] L'arpenteur doit être un homme de probité, car il est dépositaire d'intérêts sacrés ; il est, avant d'être homme de l'art, un *médiateur*, un *juge* qui peut éviter bien des procès ruineux ou des contestations malheureuses dans les familles. *Il doit parfaitement connaître les localités dans lesquelles il exerce ses fonctions*, afin de pouvoir apprécier la nature des terres, leur rapport, leur valeur foncière, ainsi que toutes les lois qui régissent les propriétés agricoles, pour avoir égard aux servitudes auxquelles elles sont assujetties.

Lorsqu'il est étranger à une commune, il est essentiel qu'il s'adjoigne les plus anciens habitants de l'endroit, et en obtenant d'eux tous les renseignements qu'ils possèdent sur la nature du sol, il pourra user, avec intelligence et équité, des lumières qu'il en recevra, afin que chaque co-partageant, dans une même opération, *ait une quantité égale du bon, du médiocre ou du mauvais terrain*. Si le partage d'une terre doit être fait en parties égales, il saura établir habilement une compensation pécuniaire pour qu'aucune des parties ne soit lésée.

Il est un fait déplorable, c'est de voir encore aujourd'hui un *certain nombre d'individus*, ignorant les premiers principes de la géométrie la plus élémentaire, exercer la noble profession d'*arpenteur-géomètre* : ils usurpent la confiance des cultivateurs et des propriétaires, trop crédules dans leurs talents apparents, et souvent ils plongent ceux qui les emploient dans des procès, car ils font usage, pour opérer, de procédés vicieux établis sur une honteuse routine et que l'art n'a jamais reconnus. Ils tendent donc à avilir une profession honorable, tout en affaiblissant la confiance que méritent ceux qui l'exercent avec talent.

Il est à supposer qu'un gouvernement sage et éclairé ne doit pas tarder à établir des lois qui régleront les fonctions des *arpenteurs-géomètres*.

Anciennement le bénéfice de l'arpenteur n'était pas considéré comme *salaire*, mais il était *honoraire* comme celui des *avocats*.

Voici le passage d'un édit de HENRI IV ; il est du mois de mai 1597 :

« *Ne prendra arpenteur qui voudra. Il est défendu à toutes*
« *personnes de s'immiscer à faire aucun arpentage, mesurage,*
« *etc., sans être pourvu par lettres patentes de Sa Majesté et*
« *receu aux siéges des tables de marbre, etc.* »

d'en reconnaître exactement la *figure* ; ensuite, il trace le *croquis* ou *canevas de cette figure,* sans égard à la précision de l'ouverture des angles, ou à la longueur des côtés; c'est-à-dire qu'*il détermine un dessin représentant à peu près la figure du terrain;* puis, au moyen de lignes auxiliaires, (*diagonales et perpendiculaires*), il décompose le polygone de la manière la plus favorable pour l'arpenteur avec le plus de facilité possible : cette décomposition lui sert aussi de base afin d'agir avec ordre. *L'arpenteur* a eu soin de faire planter des jalons à chaque angle rentrant ou sortant, et sur les lignes où *il a fallu établir des alignements ;* il commence ses opérations comme nous allons l'indiquer *pour tous les cas différents qui se présentent dans la pratique.*

Remarque : Au moyen des principes posés précédemment dans les notions de *géométrie,* et *des conseils que nous allons donner pour la pratique des opérations,* il n'existe aucune superficie agricole que l'on ne puisse évaluer convenablement.

PROBLÈMES D'ARPENTAGE.

SUPERFICIES RECTILIGNES ET HORIZONTALES.

1er problème. *On propose de déterminer la superficie d'un terrain ayant trois côtés A B C* (fig. 71).

Solution. Après avoir fait planter des jalons à chaque

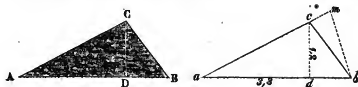


Fig. 71.

angle de cette figure et en avoir fait le *croquis* ou *canevas,* on choisit le côté représentant la *base*, c'est ordinairement le plus long, AB dans cet exemple; on détermine sur AB,

au moyen de l'équerre, la perpendiculaire CD (voir page 57), puis, avec la chaîne, on mesure la *base* AB et la perpendiculaire CD prise comme *hauteur*.

Si ab=3 décamètres 3 mètres,
cd=1 décamètre 2 mètres,

la surface [1] de cette pièce de terre ABC (*représentée par le croquis, abc*) égalera

$$\left(\frac{B \times H}{2}\right)\frac{3,3 \times 1,2}{2} = \frac{3,96}{2} = 1,98$$

ou 1 are 98 centiares. (Voir. *Géométrie*, surface d'un triangle (nº 48).

Observation. En prenant pour *base* le côté *ab*, la perpendiculaire ou hauteur *cd* s'est trouvée intérieure; mais si nous avions choisi pour *base* le côté *ac*, nous aurions abaissé la perpendiculaire *bm* sur le prolongement [2] *cm* de cette *base ac* : or, il est évident que la surface du terrain représentée par *abc* est égale à la différence qui existe entre le triangle rectangle *abm* et le triangle *bcm*;

$$\text{mais } abm = \frac{am \times bm}{2}$$

$$\text{et } bcm = \frac{cm \times bm}{2}.$$

[1] Nous nous dispenserons, dans les exemples que nous allons donner, de répéter ce qui a été dit précédemment : ainsi le maître pourra ici interroger ses élèves sur la *manière d'abaisser une perpendiculaire* au moyen de l'équerre, le moyen de *jalonner une ligne* et de *tenir la chaîne* en mesurant, la *formule de la surface* d'un *triangle*, *trapèze*, etc., etc.

[2] Ainsi qu'on vient de le dire, on a l'habitude de prendre pour *base* le côte le plus long de la figure, et sur lequel la perpendiculaire tombe, mais intérieurement ; par ce moyen on évite de pénétrer dans la propriété voisine pour effectuer toutes les opérations nécessitées par l'arpentage du terrain : néanmoins, lorsqu'un obstacle se trouve dans la direction des perpendiculaires qu'on veut abaisser sur la *base* dans l'intérieur du triangle, on est bien forcé d'opérer sur *le prolongement de cette base*.

Donc, comme bm est commun aux deux produits précédents, on aura pour la surface de abc :

$$\frac{(am - cm) \times bm}{2} \text{ ou } \frac{ac \times bm}{2}.$$

D'où l'on peut conclure que *la surface d'un terrain de forme triangulaire s'obtient en multipliant la longueur du côté pris comme base par la hauteur* (ou perpendiculaire, intérieure ou extérieure sur la base prolongée) *et en prenant la moitié du résultat.*

Observation. Dans un triangle, il peut arriver que certains obstacles, *constructions, bois, lacs, etc.*, empêchent d'abaisser une perpendiculaire sur l'un quelconque des trois côtés et intérieurement à la figure ; alors il sera utile de recourir au procédé que nous allons développer dans le problème suivant :

2e problème. *Connaissant la longueur de chacun des côtés d'un terrain de forme triangulaire, on propose d'en déterminer la superficie.*

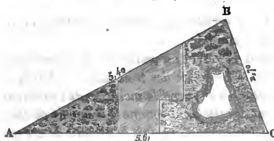


Fig. 72.

Pour faire l'opération, une chaîne d'arpenteur suffit.

Solution. *Soit le terrain* ABC (fig. 72) *considéré dans une position horizontale.*

En mesurant à la chaîne chacun des côtés, on a obtenu :

AC=5 décamètres 61
AB=5 décamètres 40
BC=2 décamètres 70.

1° On ajoute ensemble la longueur des trois côtés ; ce qui donne

$$(5,61+5,40+2,70)=13 \text{ décamètres } 71.$$

2° On prend la moitié de la somme 13,71, et l'on a :

$$\frac{13,71}{2}=6 \text{ décamètres } 85.$$

3° On retranche successivement de 6,85 chacun des trois côtés : et l'on obtient

$$6,85-5,61=1,24 \text{ (1}^{er}\text{ reste)},$$
$$6,85-5,40=1,45 \text{ (2}^{e}\text{ reste)},$$
$$6,85-2,70=4,15 \text{ (3}^{e}\text{ reste)}.$$

4° On multiplie ces trois restes l'un par l'autre et le produit obtenu est encore multiplié par 6,85 (moitié de la somme des trois côtés) ; l'on a :

$$(1,24\times1,45\times4,15)=(7,461700\times6,85)=51,112645.$$

5° On extrait la racine carrée de 51,112645, ce qui donne 7 ares 15 centiares (*à moins d'un centiare près*) pour la surface du triangle ABC.

129. En observant les calculs précédents, on déduira la formule suivante [1] :

Pour avoir la surface d'un terrain de forme triangulaire, connaissant la longueur des trois côtés, on fait la somme de ces trois côtés, on en prend la moitié, puis l'on retranche successivement de cette demi-somme la longueur de chaque côté : on obtient trois restes, on fait le produit de ces trois restes, et le résultat obtenu est encore multiplié par la demi-somme : alors la racine carrée du dernier résultat sera la surface du triangle qui représente le terrain.

[1] En exprimant les trois côtés d'un triangle rectiligne quelconque par a, b, c et la demi-somme des trois côtés par m, on a pour l'expression de la surface **S** de ce triangle la *formule* suivante :

$$\mathbf{S}=\sqrt{m\times(m-a)\times(m-b)\times(m-c)}.$$

Remarque. Si un obstacle n'empêchait pas d'élever une perpendiculaire sur l'un quelconque des côtés, il sera encore avantageux de procéder de cette manière pour la mesure d'un triangle (*quoique les calculs paraissent compliqués*) : en effet, les côtés d'un triangle se mesurant bien plus exactement qu'une perpendiculaire, quel que soit d'ailleurs le soin pris pour l'abaisser, le résultat sera beaucoup plus exact.

3e problème. *Une pièce de terre a la forme* ABDC (fig. 73), *ou celle d'un trapèze : quelle en est la superficie ?*

Solution. Des jalons étant plantés en A, B, D, C et le

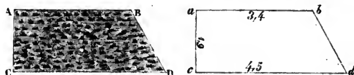


Fig. 73.

croquis ayant été fait pour se guider dans les opérations nécessitées par l'arpentage de cette figure, on mesure les deux *bases* AB et CD, puis le côté AC, considéré comme *hauteur*, et l'on a soin d'inscrire chaque résultat trouvé sur les lignes qui, dans le croquis, correspondent aux côtés qu'on a mesurés sur le terrain.

Soit AB=3 décamètres 4
CD=4 décamètres 5
et AC=1 décamètre 9.

La formule qui exprime la surface du trapèze étant

$$\left(\frac{(B+B')\times H}{2}\right) \text{ (n° 55)},$$

on aura $\left(\frac{(3,4+4,5)\times 1,9}{2}\right)=7,50$

ou 7 ares 50 centiares pour la surface demandée.

Remarque. Lorsqu'on doit arpenter sur un terrain ayant la forme du trapèze, le moyen qu'on emploie pour vérifier si deux côtés sont parallèles et les angles droits, étant encore assez long, on a un plus grand avantage à considérer cette figure comme un quadrilatère, et à procéder comme nous allons l'indiquer dans le problème suivant :

4e problème. *Un terrain a quatre côtés* (fig. 74), *on propose de l'arpenter pour en connaître la superficie.*

Solution. Les jalons ayant été plantés aux angles, on

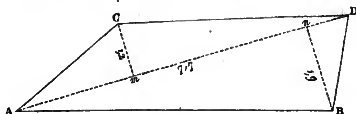


Fig. 74.

jalonne une *directrice* ou diagonale AD; cette diagonale partage le quadrilatère en deux triangles ACD et ABD :

$$\text{le triangle ACD} = \frac{AD \times Cm}{2},$$

$$\text{le triangle ABD} = \frac{AD \times Bn}{2}.$$

$$\text{Donc le quadrilatère ACDBA} = \frac{AD \times Cm}{2} + \frac{AD \times Bn}{2};$$

mais AD est commun aux deux triangles, on aura donc :

$$ACDBA = \frac{(Cm + Bn) \times AD)}{2}.$$

D'où il est facile de conclure que *la superficie d'un quadrilatère est égale à la moitié du produit de l'une de ses diagonales par la somme des perpendiculaires abaissées sur elle des sommets opposés.*

En mesurant la directrice AD et les perpendiculaires Cm et Bn on a trouvé :

AD=7 décamètres 7 [1],
Cm=1 décamètre 2,
Bn=1 décamètre 9.

D'après la règle précédente, la surface du polygone proposé sera :

$$\mathrm{ACDBA} = \frac{(1,2+1,9)\times 7,7}{2} = 11,93$$

ou 11 ares 93 centiares (*à moins d'un centiare près*).

5e problème. *Quelle est la superficie d'une pièce de terre ayant la forme* ABCDEFGA (fig. 75)?

Solution. Après avoir planté des jalons à chaque angle

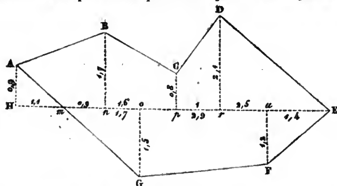


Fig. 75.

du terrain, on détermine et l'on jalonne, au moyen de

[1] Comme le chiffre qui vient après celui des décamètres exprime des mètres, si avec 7 décamètres 7 mètres l'on avait trouvé 2 décimètres, on aurait écrit 7 décamètres 72 ou 7,72.

Certains arpenteurs préfèrent déterminer d'abord les perpendiculaires de la partie supérieure en allant d'une extrémité à l'autre de la diagonale, puis les perpendiculaires de la partie inférieure en revenant sur leurs pas vers la première extrémité de cette diagonale, tout en mesurant successivement chacune d'elles et les portions de la diagonale.

l'équerre, la diagonale EH, prolongée de *m* en H; cette diagonale partage le terrain en deux parties, l'une que nous considérerons comme supérieure par rapport à la position de la figure dans notre *croquis*, et l'autre inférieure.

Nous élevons, au moyen de l'équerre, la perpendiculaire AH, puis, marchant dans la direction de la diagonale et allant vers E, nous déterminons alternativement dans la figure supérieure et inférieure les perpendiculaires B*n*, G*o*, C*p*, D*r*, F*u*; nous mesurons successivement chaque perpendiculaire et chaque portion supérieure et inférieure de la diagonale et nous inscrivons avec soin la longueur de chacune d'elles sur les lignes du *croquis* représentant celles du terrain qui y correspondent.

On a eu soin de placer des piquets sur la diagonale aux points où l'on a déterminé les perpendiculaires inférieures et supérieures; par ce moyen, on évite la confusion qui pourrait résulter, sur cette ligne, par l'emploi d'un trop grand nombre de jalons.

Cette manière de décomposer un polygone en *trapèzes droits* et en *triangles rectangles* est celle dont on fait le plus souvent usage ; elle est la plus commode et la plus expéditive; ensuite, chacune des lignes menées sur le terrain pour l'arpenter peut servir en même temps pour en construire le plan. Quant à la décomposition des polygones en triangles, on peut revoir ce que nous en avons dit précédemment (*Géométrie*, n° 57).

Nous avons donc inscrit sur le *croquis* toutes les longueurs [1] obtenues sur le terrain ; nous pouvons nous dispenser d'effectuer immédiatement les calculs, car il nous est facile de faire ailleurs toutes les opérations relatives aux

[1] Dans le tracé d'un *croquis* ou *canevas* on a l'habitude de tirer des lignes pleines pour représenter les côtés ou contours des terrains; quant aux *lignes auxiliaires* (*c'est-à-dire celles qui sont employées pour partager le terrain en triangles, trapèzes*, etc., *afin de guider l'arpenteur*), elles sont indiquées par un pointillé continu.

trapèzes et aux *triangles* dont est composée la propriété, lorsque l'on a inscrit ces longueurs.

Si nous observons que la diagonale a été mesurée par parties et successivement, en faisant la somme de ces parties on doit obtenir nécessairement un nombre égal à celui de la diagonale mesurée d'une seule fois ; dans le cas contraire, on doit rechercher l'erreur afin d'avoir la surface du terrain avec autant d'exactitude que possible.

OPÉRATIONS

D'APRÈS LES NOMBRES INDIQUÉS SUR LE CROQUIS (Fig. 73).

On se rappelle de la formule qui représente la surface d'un *triangle*, elle est $\left(\frac{B+H}{2}\right)$; celle de la surface d'un *trapèze* est $\left(\frac{B+B' \times H}{2}\right)$: nous nous dispenserons donc de répéter ici ces formules; nous renvoyons au 9e problème (*Géométrie*, page 29.)

PARTIE SUPÉRIEURE HABCDEH.

TRAPÈZE AHnB (moins le *triangle auxiliaire* AHm)[1]
AH $=0{,}9$[2], B$n=1{,}7$ et H$n=(1{,}1+09)=2$;

Surface $=\frac{(0{,}9+17)\times 2}{2}=2$ ares 60.

On retranche de 2 ares 60 la surface du triangle AHm ou $\frac{1{,}1\times 0{,}9}{2}=49$ centiares, ce qui donne :

[1] Il arrive souvent en arpentant de faire usage de certaines *figures auxiliaires* pour faciliter la décomposition d'un polygone : dans ce cas, on retranche la surface de ces figures, soit du polygone élémentaire qu'elles complètent, soit de la surface totale du polygone proposé.

[2] Nous considérons, dans ces nombres, le *décamètre* comme l'unité principale : ainsi 0,9 exprime 0 décamètre 9 mètres, ou 9 dixièmes.

2,60—0,49 . . . . = 2,11

Trapèze BnpC. Bn = 1,7, Cp = 0,8 et np = 1,6.
Surface $= \frac{(1,7+0,8)\times 1,6}{2}$ . . . . = 2

Trapèze CprD. Cp = 0,8, Dr = 2,1 et pr = 2,9.
Surface $= \frac{(0,8+2,1\times 2,9.}{2}$ . . . . = 4,20

Triangle DrE. rE = 2,5, Dr = 2,1.
Surface $= \frac{2,5\times 2,1}{2}$ . . . . . . = 2,62

PARTIE INFÉRIEURE EFGmE.

Triangle EuF. Eu = 1,4, Fu = 1,2.
Surface $= \frac{1,4\times 1,2}{2}$ . . . . . . = 0,84

Trapèze FuoG. Fu = 1,2, oG = 1,5 et ou = 2,9.
Surface $= \frac{(1,2+1,5)\times 2,9}{2}$ . . . . = 3,91

Triangle Gom. Go = 1,5, om = 1,7.
Surface $= \frac{1,5\times 1,7}{2}$ . . . . . . = 1,27

Total. 16,95

Donc, la surface totale du polygone ABCDEFGA égale 16 ares 95 centiares.

Remarque. Pour avoir la surface d'un *triangle*, on multiplie la *base* par la *hauteur* et l'on prend la moitié du produit; celle du *trapèze* s'obtient en multipliant *la somme des deux bases parallèles* par la *hauteur* et en prenant la moitié du résultat. Nous avons agi de cette manière pour déterminer la surface des *trapèzes* et des *triangles* contenus dans le polygone précédent, et nous avons fait la somme de toutes ces surfaces partielles pour déterminer la surface totale de ce polygone. Comme ces divisions successives par 2 donnent souvent des restes qu'on néglige et qui sont autant d'erreurs pour le résultat définitif,

nous engageons les élèves à n'effectuer la division par 2 que sur le total *(de la somme des produits des bases par leur hauteur)*.

On peut donc déterminer maintenant la surface d'un terrain ayant un certain nombre de côtés, en le décomposant en *triangles* ou en *triangles* et en *trapèzes*. Nous allons maintenant nous occuper des superficies dont tous les côtés, ou quelques-uns, sont des lignes courbes.

SUPERFICIES MIXTILIGNES ET CURVILIGNES[1] HORIZONTALES.

Observations. Lorsqu'une pièce de terre est située près d'un *chemin*, d'un *bois*, d'une *rivière*, d'un *conduit d'eau*, etc., la ligne qui la borne en cet endroit est souvent courbe ; les problèmes suivants vont guider pour arpenter facilement les propriétés ainsi modifiées.

6e problème. *Soit une propriété présentant la forme* ABCDEFA (fig. 76) *et bornée d'un côté par une rivière* CB.

Solution. On plante des jalons aux angles du terrain ainsi qu'aux endroits de la courbe C *vupr*B où les sinuosités sont le plus sensibles comme en *rpuv*, etc., puis on décompose la figure, comme nous l'avons fait, en tirant les diagonales BC et AD, et en abaissant sur ces diagonales les perpendiculaires qui détermi-

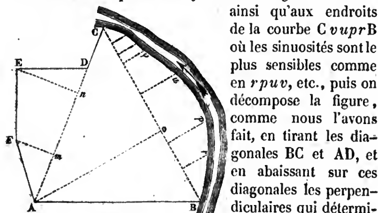


Fig. 76.

[1] Une superficie est *mixtiligne* lorsqu'elle est terminée par des *lignes droites et des lignes courbes*; elle est *curviligne* quand toutes les *lignes* qui la terminent sont *courbes*.

nent des *triangles* et des *trapèzes*, lesquels sont arpentés d'après les principes établis précédemment.

Nous connaissons donc la longueur des *bases* et celle de la *hauteur* de chaque *triangle* et de chaque *trapèze;* si l'on évalue séparément la surface de ces figures, la somme exprimera la surface totale du polygone qui les contient.

7e problème. *Soit à arpenter une propriété limitée par une ligne sinueuse continue* (fig. 77).

Solution. On peut arpenter cette superficie en la dé-

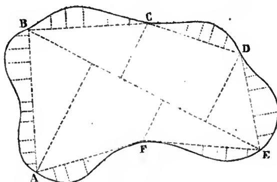


Fig. 77.

composant de plusieurs manières : la première consiste, comme dans le problème précédent, à abaisser sur les diagonales, des lignes perpendiculaires partant des sinuosités prononcées, ces perpendiculaires renfermant entre elles une portion de la ligne sinueuse considérée, sans erreur apparente comme une ligne droite : telle est la décomposition que présente le polygone ABCDEFA (fig. 77).

Cette décomposition est celle que l'on préfère lorsqu'on doit construire avec exactitude le plan de la propriété, qu'on a d'abord arpentée.

La seconde décomposition s'emploie lorsqu'on veut seulement calculer avec rapidité la contenance de la pièce

de terre; elle est suffisamment exacte et peut être adoptée dans cette circonstance. Voici en quoi elle consiste :

Reprenons la superficie précédente ABCDEFA (fig.77.)

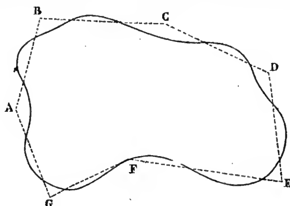


Fig. 78.

On plante des jalons en A, B, C, D, E, F, G, A (fig. 78) pour déterminer un polygone dont la surface égale, à peu de chose près, celle de la propriété, puisque les côtés de ce polygone sont établis de manière que toute portion de terrain retranchée soit compensée par la portion ajoutée. Un peu d'exercice pratique permet d'établir les jalons dans la position convenable pour les compensations; néanmoins, si l'on veut une exactitude presque mathématique, on calculera alors d'une part les surfaces que l'on ajoute, de l'autre celles que l'on retranche : les nombres obtenus devront évidemment être égaux ou à peu de chose près ; dans le cas contraire, on peut compenser l'erreur en replaçant convenablement un jalon.

SUPERFICIES DANS LESQUELLES ON NE PEUT PAS ENTRER POUR OPÉRER.

Observation. On doit souvent arpenter certaines superficies comme un *bois*, une *pépinière,* un *marais,* une *récolte sur pied,* etc., dans lesquelles il n'est pas possible

de tirer des lignes, d'élever des perpendiculaires : alors, on ne peut plus employer les procédés que nous avons donnés précédemment. Voici la marche à suivre afin d'opérer dans cette circonstance.

8e problème. *Soit un bois* ABCDEGA (fig. 79) *dont on veut connaître la superficie.*

Solution. Pour arpenter ces sortes de superficies, on commence par les envelopper dans un *rectangle,* un *trapèze,* etc., après avoir fait planter des jalons à chaque angle du bois ; on détermine la surface de cette figure auxiliaire, dont on retranche les parties qui ne constituent pas la surface proposée : la différence exprime la superficie du terrain dont il est question.

Sur le terrain ABCDEGA prolongeons les deux extré-

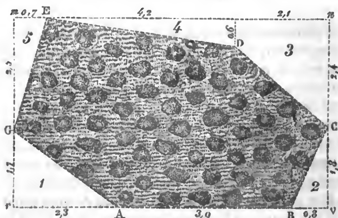


Fig. 79.

mités du côté AB, et sur chaque prolongement élevons des perpendiculaires, l'une en v, passant par C, l'autre en r, passant par G. Sur l'une quelconque $r\,m$ des deux perpendiculaires élevons une nouvelle perpendiculaire au point m passant par E ; la figure du bois se trouve alors enveloppée par le rectangle $r\,v\,n\,m$, dans lequel on a déterminé, comme auxiliaire. les *triangles* 1, 2, 4, 5 et le *trapèze* 3.

La surface du rectangle *r v n m* égale :

$$B \times H = (2,3+3,9+0,8) \times (1,7+2,5)$$

ce qui donne $7 \times 4,2 = 29,4$

c'est-à-dire 29 ares 40 centiares.

La surface totale des triangles[1] 1, 2, 4, 5 et du trapèze 3 étant de 7 ares 95 centiares,

En faisant la différence des deux produits, on aura

$$(29,40-7,95) = 11,45$$

ou 11 ares 45 centiares pour la surface réelle du bois ABCDEGA.

Remarque. Lorsque deux des côtés de la propriété sont perpendiculaires l'un sur l'autre, on les fait confondre avec deux des côtés de la figure auxiliaire enveloppante, ce qui peut abréger l'opération. Donc, il faudra toujours profiter des divers accidents du terrain, puisqu'ils servent de guide à l'arpenteur-géomètre pour le meilleur choix qu'on doit faire de la figure enveloppante capable d'abréger le travail.

TERRAINS INCLINÉS A L'HORIZON.

Observation. Tous les terrains n'ont pas une surface horizontale[2] ou à peu près; beaucoup de pièces de terre situées entre une plaine et une vallée présentent une pente plus ou moins prononcée; et comme l'expérience a prouvé aux observateurs qui s'occupent d'économie rurale qu'*un champ incliné produit, non pas en raison de son étendue en surface, mais de celle que présente sa projection ou super-*

[1] Nous engageons les maîtres a faire développer par leurs élèves le calcul de la surface de chacun de ces triangles 1, 2, 4, 5 et du trapèze 3; l'étendue de cet ouvrage nous forcera souvent d'indiquer les opérations à effectuer pour les cas développés précédemment.

[2] Les expressions *surface horizontale, ligne horizontale, surface de niveau, ligne de niveau* sont synonymes : il sera donc facile de comprendre ce qu'on entend par *terrain horizontal* ou à peu près, *terrain incliné* ou en *pente.*

ficie horizontale, nous allons examiner les principes relatifs à l'*arpentage des terrains inclinés*, et préparer ainsi les élèves à une opération infiniment importante nommée *nivellement*.

130. Les *terrains inclinés* peuvent être arpentés au moyen de deux méthodes :

1° *La méthode par développement;*
2° *La méthode par cultellation.*

1° La *méthode par développement* consiste à mesurer la superficie des terrains comme nous l'avons fait pour tous les cas relatifs aux *superficies horizontales* (*que le terrain soit pénétrable ou impénétrable*) ; alors on obtient la contenance réelle de la propriété, abstraction faite des diverses pentes qu'elle peut présenter.

2° Dans la *méthode par cultellation* [1], on rapporte une surface inclinée à une surface horizontale, non en longueur absolue, mais en position relative, comme celle d'une ligne oblique et d'une ligne horizontale partant chacune d'une extrémité d'un point différent d'une verticale commune pour aboutir à un même point par l'autre extrémité.

131. Tout ce que nous avons dit pour l'arpentage des surfaces horizontales pouvant être appliqué lorsqu'on arpente les terrains inclinés au moyen de la *méthode par développement*, nous allons présenter en particulier les principes observés dans la *méthode par cultellation*, qui est celle qu'on emploie le plus généralement.

132. Quand la ligne qui doit servir de *base* à la figure inclinée suit la pente, pour la jalonner on part du point le plus élevé afin d'aller vers le point le plus bas, et l'on a soin de planter un certain nombre de jalons que l'on

[1] Ce mot vient de *culter*, couteau : en effet, dans cette opération on ramène idéalement une *surface inclinée* à une *surface horizontale* successivement comme par coups de couteau.

multiplie suivant la rapidité de cette pente, et que l'on place dans la direction du fil à plomb de manière que le rayon visuel horizontal passe sur la tête du dernier jalon et du pied de celui qu'on a établi précédemment.

MANIÈRE DE TENIR LA CHAINE

POUR MESURER UNE DISTANCE ET RAMENER UNE SURFACE INCLINÉE A LA SURFACE HORIZONTALE DE SA PROJECTION.

133. Pour ramener une ligne inclinée à la ligne horizontale de sa projection et la mesurer, on part du point le plus élevé A [1] (fig. 80). Le *porte-chaîne* marche le premier sans avoir égard à l'inclinaison du terrain ; il tend la chaîne



Fig. 80.

horizontalement (*ce qu'il peut faire au moyen d'un fil à plomb qui, avec la chaîne, doit former à peu près un angle droit*) ; arrivé au point C, il se place de manière que son côté droit soit tourné vers l'*arpenteur*, et fixe entre ses deux pieds ou ses deux genoux la pointe de fer du bâton de l'équerre ; il maintient le bâton dans une position verticale, en le tenant sur sa poitrine comme point d'appui et avec la main gauche ; de la main droite, il appuie la poignée de la chaîne vers l'extrémité supérieure du bâton pour que cette chaîne soit autant que possible de niveau avec le point A, c'est-à-dire dans une position horizontale ; la chaîne se trouvant alors bien tendue, le *porte-chaîne*

[1] On a l'habitude de partir du point le plus élevé, car on se fatigue moins en descendant qu'en montant sur une pente.

marque avec le talon droit, ou avec une fiche qu'il laisse échapper [1], le point de station où l'*arpenteur* devra s'arrêter.

Le *porte-chaîne* continue son chemin dans le sens de la direction qu'il doit parcourir et en procédant comme pour les terrains ordinaires (n° 104); il a soin de ramasser la fiche après sa chute s'il en fait usage, et de la remplacer par une autre fiche ordinaire que l'*arpenteur* prendra sur son passage afin de pouvoir compter chaque portée.

L'*arpenteur* vient ensuite appuyer la poignée de la chaîne sur l'endroit où se trouve la fiche, tandis que le *porte-chaîne* procède comme il l'a fait précédemment, et ainsi de suite jusqu'au point où il faut s'arrêter définitivement.

Observation. Quand la pente du terrain est rapide, on ne la mesure qu'avec une partie de la chaîne, telle qu'on puisse observer le sens horizontal, et l'on inscrit chaque portion de cette longueur. Dans certaines circonstances, on fait usage d'une règle de plusieurs mètres, à l'extrémité de laquelle se trouve un fil à plomb qui remplace la fiche pour marquer l'endroit du terrain où on doit se placer dans la station suivante. Ce procédé n'étant employé que pour les petites longueurs, lorsqu'il s'agit de longueurs un peu considérables on a recours au *nivellement*, dont nous parlons plus loin. Si dans la dernière station la longueur à mesurer n'est pas égale à celle qu'on a prise pour unité, on place contre la chaîne ou contre la règle le fil à plomb de manière qu'il réponde dans sa direction verticale au point extrême de la longueur à mesurer, et on apprécie sur cette chaîne ou sur cette règle le nombre de *décimètres*, *centimètres* de cet excédant.

Enfin, lorsque la pente du terrain est peu sensible, on

[1] Dans ce cas, on fait usage de la fiche C (fig. 49); elle s'enfonce en terre à l'endroit du terrain qui correspond à l'extrémité de la chaîne d'où elle part; si le terrain est sec, cette fiche marque suffisamment une empreinte à la place où elle aurait pu être plantée.

mesure les longueurs sans avoir égard à cette pente, en procédant comme pour une surface horizontale, puisque la contenance trouvée par l'un ou l'autre procédé diffère peu l'une de l'autre ; mais si la pente du terrain est très-prononcée, on emploie de préférence *la méthode par cultellation.*

134. On nomme *base productive* d'un terrain ou *projec-*

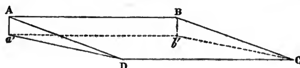


Fig. 81.

tion horizontale le plan de niveau qu'on suppose sous le terrain en pente. Pour en avoir l'idée, on s'imagine (fig. 81) qu'il est déterminé par un fil à plomb tombant des angles A, B, C, D du plan incliné A B C D sur le plan horizontal $a'b'$CD, situé au-dessous.

Application. *Soit une surface présentant l'inclinaison* AB, *relativement à la ligne d'horizon* CB (fig. 82).

On porte la chaîne ou la règle horizontalement de A en *m*,

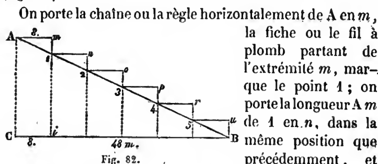


Fig. 82.

la fiche ou le fil à plomb partant de l'extrémité *m*, marque le point 1 ; on porte la longueur A *m* de 1 en *n*, dans la même position que précédemment, et ainsi de suite des points 2, 3, 4, 5 déterminés successivement : or si l'on suppose des perpendiculaires partant des points *m*, *n*, *o*, *p*, *r*, *u*, et se prolongeant sur la ligne d'horizon CB, cette dernière se trouvera divisée en autant de parties égales à celles qu'on a obtenues horizontale-

ment avec la chaîne; mais $Am = 8$ mètres, et $Am = Ci$: comme on a eu six longueurs horizontales de 8 mètres chacune sur la pente AB, on peut conclure que la ligne horizontale à laquelle cette pente AB peut être ramenée est égale à (8 × 6) ou à 48 mètres.

D'après cela, il est facile de conclure que *la somme des portions de longueur mesurées horizontalement sur une pente égale la longueur que l'on obtiendrait si l'on pouvait mesurer horizontalement cette pente d'une seule fois.*

C'est cette ligne horizontale CB qui est nommée *la base productive des terrains* (nº 131).

En effet, l'expérience a prouvé que les surfaces inclinées qui contiennent des *arbres*, des *végétaux quelconques*, ne produisent pas plus que les superficies horizontales auxquelles on peut les ramener par la cultellation; et si (fig. 83)



Fig. 83.

nous déterminons des perpendiculaires sur la ligne MN, partant du pied des *végétaux* situés sur ON, nous remarquons facilement que cette ligne horizontale est coupée en autant de points qu'il s'en trouve sur ON.

NIVELLEMENT.

135. Le *nivellement* [1] est une opération qui a pour but de déterminer de combien un point est plus près ou plus éloigné qu'un autre du centre de la terre.

[1] La connaissance du *Nivellement* est d'une très-grande utilité ; nous ne signalerons ici que ses principaux usages, nous proposant dans un autre endroit de nous occuper de toutes les applications dont il est à chaque instant susceptible.

C'est par le *Nivellement* qu'on peut établir une conduite d'eau

Ainsi, *niveler le terrain* c'est former le rapport qui existe entre plusieurs points relativement à une ligne horizontale ou de niveau, ou bien c'est chercher la hauteur respective de plusieurs points situés sur la surface de la terre.

136. On distingue deux sortes de niveaux :

1° *Le niveau vrai ;*
2° *Le niveau apparent.*

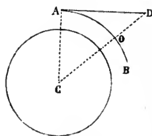


Fig. 84.

1° Le *niveau vrai* est celui que représente la ligne courbe parallèle à la surface de la terre et dont tous les points sont également éloignés du centre : telle est la ligne AB (fig. 84) ; cette ligne est donc un arc de cercle qui a le même centre que la terre.

2° On nomme *niveau apparent* toute ligne droite AD perpendiculaire à une autre ligne droite AC qui aboutit au centre de la terre ; cette ligne du *niveau apparent* peut être considérée comme une tangente ayant l'extrémité D éloignée du point C en raison de la grandeur du rayon qu'on peut tirer de D en C.

Quant à la partie DO de la sécante DC, comme elle exprime la différence du *niveau apparent* au *niveau vrai*, elle est la hauteur de celui-là au-dessus de celui-ci.

Dans les nivellements, il est très-important d'évaluer la hauteur du *niveau apparent* relativement au *niveau vrai*.

En effet, ces deux lignes s'écartent d'autant plus l'une de l'autre qu'on les prolonge davantage. Lorsqu'il s'agit de petites distances, la différence peut être négligée ; on peut

d'un lieu dans un autre,—qu'il est possible de déterminer la hauteur des écluses et chaque endroit d'une rivière où elles doivent être établies, par la connaissance de la pente du terrain,—qu'on peut construire des routes, des chemins de fer, et tracer leur profil afin d'en calculer la dépense,—qu'il est facile de dessécher certains endroits où l'eau séjourne, au moyen de rigoles d'écoulement, —de pouvoir arroser les prairies, etc., etc.

prendre arbitrairement la ligne du *niveau apparent* pour celle du *niveau vrai*, toutefois lorsque la distance des objets visés ne dépasse pas 200 à 250 mètres ; au-delà de cette limite, il faut tenir compte de cette différence : c'est ce qu'on peut faire au moyen de tables particulières dans lesquelles on a calculé la hauteur du *niveau apparent* au-dessus du *niveau vrai*.

137. Par *point de visée* ou *point de mire*, on comprend l'un des points visibles d'un endroit de la terre vers lequel on dirige un rayon visuel. Lorsque la distance est un peu considérable, l'effet de la *réfraction* fait paraître le point visé dans un lieu autre que celui qu'il occupe et plus élevé qu'il ne l'est réellement ; on a calculé que cette *réfraction* est les $\frac{16}{100}$ de la hauteur *du niveau apparent au-dessus du niveau vrai*, et elle se trouve d'autant plus forte que l'objet visé est moins élevé au-dessus de l'horizon de l'observateur [1]. Cette différence est si petite qu'à 200 mètres on peut la considérer comme nulle dans la pratique où l'on a rarement besoin d'une exactitude rigoureuse.

Remarque. Si l'on ne veut pas avoir égard à l'erreur provenant de l'effet de la *réfraction* et du *niveau apparent*, ou à la différence du *niveau apparent* au *niveau vrai*, on place l'instrument à peu près au milieu de la distance des deux points dont on veut établir le niveau.

Ainsi, en plaçant le niveau au point O, milieu de la distance A et B (fig. 85) il est inutile, quel que soit l'éloignement des points A, B, de tenir compte des différences citées plus haut ; en effet, les points A et B étant également éloignés du centre C de la terre, les rayons AC et BC seront égaux ainsi que leur différence A*m* et B*n* ; donc l'erreur provenant de la

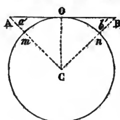


Fig. 85.

[1] Ces lignes, qui sont tangentes à la surface de la terre, ont pour point de contact l'endroit où est placé l'observateur.

différence des deux niveaux est nulle, ainsi que l'effet de la *réfraction*.

De plus, si la réfraction abaissait autant le point visé au-dessous du *niveau apparent* que le *niveau apparent* l'élève au-dessus du *niveau vrai*, il serait inutile de corriger l'erreur causée par le *niveau apparent* et par la *réfraction;* mais la *réfraction* abaisse moins le rayon visuel que le *niveau apparent* ne l'élève.

138. Plusieurs points sont de niveau entre eux lorsqu'ils appartiennent à une surface sphérique parallèle à celle des eaux dormantes ou lorsqu'ils sont également élevés au-dessus ou également abaissés au-dessous de cette surface. C'est au moyen de lignes horizontales [1] que l'on parvient à connaître la différence du niveau de ces divers points, et c'est à ces horizontales que l'on rapporte toutes les élévations ou toutes les dépressions de ces points.

139. Pour niveler une surface peu étendue, on emploie le niveau à perpendicule ou celui à bulle d'air (fig. 62) [2]; il sert aux maçons, aux menuisiers, aux charpentiers, etc.; dans ce cas, on fait usage de deux règles longues environ de deux mètres; l'une d'elles est divisée mé-

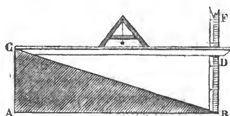


Fig. 86.

[1] Chaque station d'un nivellement du niveau à chaque terme, doit se faire avec une distance de 50 à 60 mètres pour éviter l'erreur que produit la *réfraction*.

[2] Les anciens se servaient pour niveler d'un instrument auquel ils donnaient le nom de *chorobate* (pron. KO) signifiant : qui foule les champs. Il était formé d'un long canal ou pièce de bois creusée, longue de 6 à 7 mètres et dans laquelle on mettait de l'eau, après l'avoir établie sur un support placé à chaque extrémité. On le transportait de 7 mètres en 7 mètres au-dessus de la surface à niveler et dont chaque point était mesuré relativement à la surface de l'eau qui couvrait le fond de l'instrument.

triquement. Pour connaître la différence de niveau des points B et C (fig. 86), on place la règle divisée BF dans une position verticale et de manière que l'une de ses extrémités B pose sur le point le plus bas ; puis l'on établit la règle non divisée CD dans une direction horizontale, de manière que l'une des extrémités C soit appuyée sur le point le plus élevé ; alors si l'on a levé ou baissé l'autre extrémité de cette dernière pour que le fil-à-plomb du niveau qu'elle supporte recouvre la *ligne de foi*, l'extrémité D indique sur la règle divisée la différence de hauteur des deux points.

Si la distance était plus considérable, on pourrait employer ce procédé en répétant successivement la même opération ; la somme totale des longueurs obtenues avec la règle placée verticalement représenterait la hauteur du point le plus élevé.

Toute ligne telle que AB (fig. 86) qui va d'un point à un autre sur le même niveau, se nomme *horizontale ;* on nomme *verticale* la ligne AC qui, étant perpendiculaire à la *ligne horizontale*, marque la différence d'élévation du point C au point B. Quant à la *ligne en pente* CB, qui part du point le plus élevé et aboutit au point le plus bas, elle se nomme *talus ;* le nom de *rampe* est donné particulièrement aux *talus* qui touchent le sol naturel.

140. D'après ce qui précède, il est facile de remarquer que dans tout nivellement il faut considérer trois sortes de lignes principales :

1° *La ligne horizontale, ou ligne de niveau ;*

2° *La ligne verticale, ou celle qui marque la hauteur existant entre les deux points ;*

3° *La ligne de talus, ou ligne qui aboutit par ses extrémités aux points de hauteur différente.*

D'où l'on conclura que, *ces trois espèces de lignes peuvent déterminer un solide dont la coupe ou profil présente un*

triangle rectangle, dans lequel la ligne horizontale est la BASE, *la verticale la* HAUTEUR *et l'hypothénuse, le* TALUS.

141. On distingue deux sortes de nivellements :

1° Le *nivellement simple ;*
2° Le *nivellement composé.*

1° Le *nivellement simple* est celui qu'on exécute par une seule station [1], soit en se plaçant sur l'un des points à niveler pour diriger le rayon visuel vers l'autre point, soit en s'établissant à peu près au milieu de la distance de ces points et en opérant par deux coups de niveau que l'on dirige successivement sur chacun des points sans déranger l'instrument de sa position.

2° Par le *nivellement composé*, on entend une série de *nivellements simples* que l'on pratique entre deux points établis au-delà des limites de la longueur du rayon visuel, et entre lesquels se trouvent beaucoup d'inégalités, ou entre des points situés sur une pente tellement rapide qu'il n'est pas possible d'opérer d'un seul coup de niveau.

REMARQUE. Dans la pratique, on fait un plus grand usage du *nivellement composé* que du *nivellement simple ;* et de tous les niveaux employés, le *niveau d'eau à fioles* est celui que l'on préfère. (*Voir la description de cet instrument* n° 114, page 66.)

NIVELLEMENT SIMPLE.

9e problème. *On propose de déterminer entre les points* A *et* D *la différence de niveau* (fig. 87).

SOLUTION. Après avoir armé les fioles du niveau, c'est-à-dire avoir versé dans chacune d'elles de l'eau ordinaire ou colorée avec un peu de vin rouge ou avec quelques

[1] Par *station*, on entend l'endroit où l'on place le niveau; on donne un *coup de niveau* lorsqu'on détermine la différence de hauteur de plusieurs points.

gouttes d'encre, on établit ce niveau [1] au point P qui

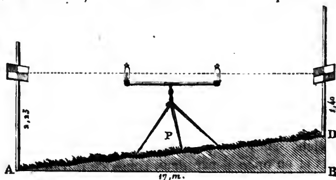


Fig. 87.

est le milieu environ de la distance AD, on fait placer la *mire* [2] au point A, dans une position bien verticale, et de manière que le voyant soit tourné vers la personne qui observe avec le niveau; ensuite, au moyen de signes convenus [3], on fait monter ou descendre le voyant suivant le besoin.

Lorsque le rayon visuel, rasant la surface de l'eau des fioles du niveau, aboutit au *point de visée* de la *mire*, on

[1] Il n'est pas nécessaire de placer rigoureusement le *niveau* sur la ligne de la direction du rayon visuel de A en B comme on l'a fait pour l'équerre d'arpenteur : car celui qui tient la mire, s'aligne dans la direction des fioles du niveau, ou, sans déranger le trépied, celui qui vise peut faire tourner le niveau sur l'axe placé à la partie supérieure de la douille, afin de le diriger vers la mire.

[2] Voir la description de cet instrument n° 115, page 68.

[3] *Pour faire monter le voyant de la mire* celui qui est placé à la station du niveau tend la main droite à la hauteur des fioles et lève cette main en partant de ce point et à plusieurs reprises, en ayant soin de faire une légère pause chaque fois que la main revient au point de départ : *pour faire baisser le voyant*, on tend la main comme précédemment, à la hauteur des fioles, et l'on baisse cette main successivement ; enfin, *pour faire fixer le voyant*, la main étant placée à la hauteur des fioles, on décrit horizontalement une ligne partant de gauche à droite. Il est entendu que ces trois signes peuvent être faits alternativement dans le même instant de l'observation et suivant le besoin.

fait fixer le voyant, afin de lire sur la règle la graduation qui indique le côté ou la hauteur du point A visé, et l'on inscrit le nombre sur le croquis du nivellement : on a d'abord le *coup de niveau d'arrière*. On fait transporter la *mire* au point D, et sans déranger le pied du niveau, on procède pour ce point comme on l'a fait pour le point A, et l'on inscrit le nombre obtenu sur le croquis : cette seconde opération, relativement à la précédente, prend le nom de *coup de niveau d'avant*[1].

Enfin l'on mesure avec la chaîne la distance du point A au point D.

142. Lorsque les cotes obtenues à chacun des deux points où l'on a établi la mire sont égales, les points sont dits de niveau ; si les cotes sont inégales, on fait la différence des deux nombres obtenus, et le résultat indique de combien l'un des points est plus bas que l'autre.

Supposons, dans cet exemple, que l'on ait trouvé 2 mètres 25 pour hauteur du *coup d'arrière* au point A, et 1 mètre 40 pour hauteur du *coup d'avant* au point D : en faisant la différence de 2,25 à 1,40, le résultat 0,85 ou 85 centimètres exprime que A est plus bas de 85 centimètres que le point D, ou réciproquement que D est plus élevé de cette quantité que le point A.

Cette quantité est représentée par BD relativement à la ligne horizontale.

La distance des deux points nivelés A et D étant de 17 mètres, si l'on divise la différence de niveau, 85 centimètres, de ces deux points par 17, le résultat, 5 centimètres, exprime la différence de niveau par mètre.

Donc : *connaissant la différence de niveau de deux points et leur distance, pour obtenir la différence de niveau par*

[1] Il faut avoir soin de poser le pied de la mire pour le *coup d'arrière* précisément au même endroit où cette mire était placée lorsqu'on a déterminé le *coup d'avant*.

mètre on divisera la différence des deux points de niveau par la distance qui les sépare.

Remarque. Lorsqu'on fait un nivellement, on part d'un point pour se diriger vers un autre; on a donc derrière soi le point de départ et devant soi le point où l'on va; alors le niveau a toujours à sa gauche le terme du *coup d'arrière* et à sa droite celui du *coup d'avant.* (*Il est entendu qu'il s'agit de la position du niveau relativement à celui qui observe, et qui, en se plaçant en face de cet instrument, présente le côté droit* au point où il se dirige, et le côté gauche à celui du départ.

Observation. Il faut avoir soin, lorsqu'on dirige un rayon visuel passant sur la surface de l'eau des fioles et aboutissant sur le *point de visée* de la mire, de se placer à deux ou trois mètres environ d'une des fioles et pointer seulement d'un œil.[1]

143. Par *termes d'un nivellement,* on entend les deux points que l'on compare entre eux afin de connaître celui qui est plus près ou plus éloigné du centre de la terre.

On commence par le premier terme du nivellement, et on finit par le dernier.

10e problème. *Quelle est la différence respective du niveau des points* A, B, C, D (fig. 88).

Solution. On place le niveau au point 1 et l'on envoie présenter la mire en A pour déterminer au moyen du rayon visuel *ab* la hauteur A*a*. Sans déranger la position

1 Quant à la position horizontale de cet instrument, elle n'est pas rigoureusement nécessaire puisque l'eau se place d'elle-même de niveau dans les fioles par rapport au centre de la terre. Seulement on aura soin que le niveau soit établi de manière à ne pas laisser répandre l'eau par l'une des fioles d'une extrémité; il sera aussi utile de lui faire décrire un *tour d'horizon* si l'extrémité supérieure de la douille est surmontée d'un axe qui permet à l'instrument d'être mobile sans en déranger le pied.

du pied du niveau, on fait successivement placer la mire

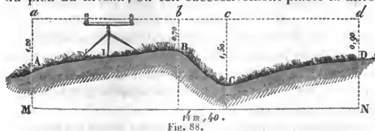


Fig. 88.

aux points B, C, D afin d'en déterminer les cotes comme pour le point A, et au moyen de simples soustractions on obtient respectivement la différence du niveau entre chacun des points nivelés.

Si l'on a obtenu Aa=1,20, Bb=0,70, Cc=1,50 et Dd=0,90, on remarquera :

1° Que le point A est plus bas que le point B de la quantité A a—Bb=(1,20—0,70)=0,50;

2° Que le point C est plus bas que le point B de la quantité Cc—Bb=(1,50—0,70)=0,80;

3° Que le point D est plus haut que le point C de Cc—Dd=(1,50—0,90)=0,60;

4° Enfin que les deux termes extrêmes A et D ont pour différence de niveau Aa—Dd=(1,20—0,90)=0,30, c'est-à-dire 30 centimètres.

NIVELLEMENT COMPOSÉ.

11° problème. *On propose de niveler le terrain* ABED (fig. 89).

Solution. Lorsque les deux termes extrêmes A et D,

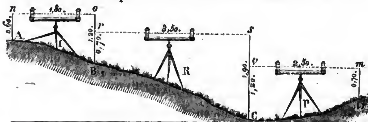


Fig. 89.

sont fort éloignés l'un de l'autre, il n'est pas possible d'en déterminer, par un seul coup de niveau, la différence de hauteur ; on établira donc plusieurs stations intermédiaires, la première en I pour observer le *coup d'arrière* A et le *coup d'avant* B, comme dans le nivellement simple, la seconde en R et la troisième en P pour procéder de la même manière que dans la station en I.

Il est facile, en examinant la marche suivie du premier terme A au dernier D, de comprendre que chaque nivellement simple se rattache au précédent par le *coup de niveau d'arrière* et au suivant par le *coup de niveau d'avant* ; en effet, dans la première station en I, le coup de niveau d'*arrière* donne la cote A*n*, celui d'*avant* donne la cote B*o*; dans la seconde station en R, le coup d'*arrière* est encore déterminé sur Bo [1] et le coup d'*avant* donne la cote C*s* ; donc le nivellement de la station en R se trouve lié au nivellement de la station en I par les cotes obtenues en B ; il en serait de même pour la station en P et de toute autre dans un nivellement composé exigeant un certain nombre de stations.

On établit donc le canevas du nivellement et l'on place ensuite le niveau à peu près au milieu des deux termes A et B, B et C, C et D ; on écrit les *cotes d'arrière* sur la droite des lignes perpendiculaires ou *ordonnées* de chaque termes, et les *cotes d'avant* sur la gauche, ainsi qu'on peut le voir dans la fig. 89. D'après cela il est facile de remarquer que les *termes extrêmes* n'ont qu'une cote d'inscrite et que *ceux intermédiaires* en ont deux.

Quant à la longueur des lignes horizontales *n o*, *r s*, etc., marquant la distance d'un terme à un autre, elle s'écrit sur chacune de ces lignes [2].

[1] On nomme *points de repère* un des points tels que Bo, qui, dans un nivellement, sont visés deux fois en rattachant deux stations; ces *points de repère* peuvent être plus haut relativement à un point, ou plus bas relativement à un autre.

[2] On obtient ces longueurs en mesurant les distances AB, BC, CD, la chaîne étant tenue horizontalement (n° 130).

144. Lorsque la ligne de nivellement est commandée par la nature de certains travaux subséquents, une *route*, un *chemin de fer*, un *canal*, on commence par lever le plan du terrain sur lequel on doit former le projet, puis l'on détermine, au moyen de piquets enfoncés à fleur de terre et placés à chaque terme, la direction de la ligne de ce nivellement ; ces piquets servent encore de *repère* afin de lier le nivellement fait suivant l'axe du projet au *profil longitudinal* avec les divers nivellements faits en travers ; ces derniers, qui se nomment *profils transversaux*, caractérisent la forme du terrain que l'on considère.

Sur le *profil longitudinal*, on règle la ligne du projet [1] qui détermine la hauteur des *remblais* ou la profondeur des *déblais*.

Proposons-nous donc maintenant de déterminer la différence de niveau des deux points A, D, connaissant sur le croquis du nivellement toutes les *cotes d'arrière* et toutes *celles d'avant*.

Pour cela on dresse un *état* ou tableau par colonnes : dans la première de ces colonnes se trouvent indiquées les diverses *stations*; dans la seconde, qui est subdivisée en deux autres, se trouvent inscrits les *coups de niveau d'arrière* et les *coups de niveau d'avant*. les premiers sont les diverses hauteurs de la mire résultant des visées vers le terme A; les seconds proviennent des visées dirigées vers le terme B ; enfin dans la troisième colonne on inscrit les longueurs obtenues par la mesure de la distance entre chaque point de la mire.

Toutes les sommes sont inscrites sur une même ligne horizontale ; quant à la différence, elle est inscrite dans l'une des deux subdivisions de la colonne des coups de niveau.

Voici la règle que l'on doit suivre pour obtenir la différence de hauteur des deux points proposés :

[1] Les cotes obtenues dans ce cas sont marquées en rouge.

On fait la somme des nombres compris dans la colonne des ARRIÈRES, *puis celles des nombres contenus dans la colonne des* AVANTS ; *on retranche la plus petite somme de la plus grande, et le résultat exprime la différence de niveau des deux termes extrêmes aux points dont il est question.* Le point le plus élevé est celui qui répond à la plus petite somme. (On se rappelle que le terme A, dans cet exemple, est relatif à la colonne *arrière* et que B répond à la colonne *avant.*)

ÉTAT DE NIVELLEMENT.

STATIONS.	COUPS DE NIVEAU		DISTANCES.
	D'ARRIÈRE.	D'AVANT.	
I	A*n* = 0,60	B*o* = 1,20	N*o* = 1,80
M	B*r* = 0,70	C*s* = 1,90	*r s* = 3,50
R	C*r* = 1,20	D*m* = 0,70	*m r* = 2,50
SOMMES	2,50	3,80	7,80
		2,50	
Différence.		1,30	

La somme des coups d'arrière étant plus faible que celle des coups d'avant, on retranche la première de la seconde et l'on obtient 1,30 qui exprime que le point D est de 1 mètre 30 au-dessus du point A.

En effet, dans la première station, on remarque que le point A est plus élevé que le point B de (1,20—0,60,) c'est-à-dire de 60 centimètres ; dans la seconde station, on voit que le point B est plus haut que le point C de (1,90—0,70),

c'est-à-dire de 1 mètre 20 ; donc le point A sera plus élevé que le point C de (0,60+1,20)=1,80 ; dans la troisième station, le point C est plus bas que le point D de (1,20—0,70)=0,50, ou D est plus haut de 0,50 relativement à C ; or, A étant plus élevé que C de 1, 80 et D l'étant par rapport au même point C de 0,50, on conclura facilement que A est plus élevé que B de (1,80—0,50)=1,30 qui est le nombre obtenu d'après la règle précédente.

145. Les élèves feront très-bien de s'exercer avec soin sur ces sortes de comparaisons pour se familiariser avec l'esprit des calculs relatifs aux nivellements ; par ce moyen ils seront moins sujets à commettre des erreurs dans les opérations qui nécessitent un nivellement d'un grand nombre de stations.

146. Si l'on doute de l'exactitude du nivellement que l'on a fait, on peut le vérifier en commençant l'opération par le point opposé à celui duquel on est parti d'abord, et en procédant par une suite de nivellements simples ; le résultat doit être le même.

Enfin, en employant le procédé précédent pour noter les cotes du nivellement, il faut une très-grande attention lorsqu'on établit la comparaison des diverses hauteurs entre elles afin de déterminer si un point est au-dessus d'un autre ; la moindre distraction peut causer une erreur d'une importance telle que toute l'opération est à refaire si l'on a pris une cote pour une autre. Nous parlerons n° 147 d'un moyen infiniment avantageux en ce qu'il permet d'agir sans exposer à la moindre erreur ; il est généralement employé dans le cadastre, dans les ponts et chaussées, et enfin par tous ceux qui le comparent avec celui qui vient de nous occuper.

Remarque. Lorsque dans un nivellement il n'est pas possible de placer le niveau en station entre certains termes du nivellement partiel comme dans la *fig.* 90 entre les termes BD au point C, on fait le nivellement de la première sta-

tion N en suivant la même marche que pour le cas du

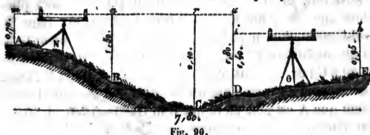


Fig. 90.

problème 10e; puis, pour la deuxième station, on prend le *coté d'arrière* au terme D*u* de la troisième cote d'avant de la station N.

Observation. Pour construire le profil d'un terrain, on fait usage de deux échelles différentes : l'une sert pour les longueurs ou distances horizontales, et l'autre pour les hauteurs ou ordonnées verticales (cotes); cette dernière échelle est généralement le triple ou le quadruple de la première; car les hauteurs verticales étant toujours plus petites que les distances horizontales, si on faisait usage de la même échelle, la place qui resterait entre chaque terme pour les cotes ne serait pas suffisante afin de les inscrire lisiblement.

147. On emploie souvent, pour les nivellements composés, un procédé avec lequel il n'est pas possible de commettre d'erreur, et qui, par cela même, est d'un grand avantage pour les opérations pratiques.

Dans la méthode de nivellement qui nous a occupé jusqu'ici, nous avons pris la hauteur des points *arrière* et *avant* de chaque station, relativement à la *ligne de niveau* de cette station, et chacune de ces stations a pu déterminer une *ligne de niveau* plus élevée ou plus abaissée que celle de la station précédente ou suivante; dans la méthode qui nous occupe, on rapporte toutes les hauteurs à une même surface de niveau à laquelle on donne le nom de *plan de comparaison;* on s'en forme l'idée en la supposant placée

à une hauteur arbitraire au-dessus du terrain que l'on nivelle, de manière pourtant *que cette surface passe au-dessus du point le plus élevé.*

Reprenons le nivellement (fig. 89) présenté de nouveau par la figure 91.

Imaginons par la pensée un plan de comparaison re-

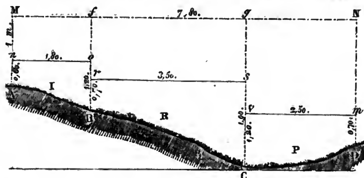


Fig. 91.

présenté par la ligne horizontale MN passant à 1 mètre au-dessus de la ligne de niveau *n o* de la station I; ce plan sera situé par conséquent à 1 mètre au-dessus du point le plus élevé A.

Donc, puisque la ligne de niveau ***n o*** de la station I indique que le point A est placé au-dessous d'elle à 60 centimètres, ce point A se trouvera donc situé au-dessous de MN à (1 + 0,60) ou à 1 mètre 60 ; le point B, étant placé à 1 mètre 20 au dessous de la ligne de niveau *n o*, sera situé à (1 + 1,20) ou à 2 mètres 20 au-dessous de MN.

Pour trouver les cotes des autres points B, C, D, relativement à la ligne horizontale MN, on doit procéder d'après la règle suivante :

On ôte de la première cote[1] du point de départ, ou de

[1] Cette côte se nomme *cote d'emprunt* ; elle peut avoir de 1 à 30 mètres de longueur afin de pouvoir faire distinguer d'un seul coup d'œil l'élévation réelle des points d'un terrain.

1,60 le coup d'arrière de la station I ou 0,60, ce qui donne 1 mètre, et l'on ajoute à 1 mètre le coup d'avant 1,20 de cette même station pour obtenir 2,20 pour la cote du point B (comme nous l'avons vu plus haut); pour avoir la cote du point C, l'on ôte de la cote du point B ou de 2,20 le coup d'arrière de la station R ou 0,70, et l'on ajoute au reste 1,50 le coup d'avant de cette même station ou 1,90 : le résultat donne 3,40 pour la cote du point C; enfin, pour déterminer la cote du point D, l'on ôte de la cote du point C ou de 3,40 le coup d'arrière de la station M ou 1,20, et l'on ajoute au résultat 2,20 le coup d'avant de cette même station ou 0,70 : on obtient 2,90 pour la cote de ce point D.

Voici le tableau des opérations précédentes :

AM =	. . . .	1,60
Bf =	. . . . . . (1,60—60)+1,20 =	2,20
Cg =	. . . . . . (2,20—0,70)+1,90 =	3,40
DN =	. . . . . . (3,40—1,20)+0,70 =	2,90

Ce calcul est exact, car en faisant la différence des deux cotes des points extrêmes A et D, on obtient 2,90—1,60 =1,30, qui est la différence trouvée par la méthode précédente (nº **144**) pour le même exemple.

148. Si l'on veut construire le profil d'un terrain après avoir opéré le nivellement d'après cette dernière méthode, on trace une ligne droite quelconque, qui sera la ligne du plan de comparaison; sur cette ligne on marque d'après une échelle toutes les distances horizontales qu'on a obtenues entre chaque point, puis on élève au-dessous de cette ligne, de chacun des points déterminés, des perpendiculaires d'une longueur égale au nombre trouvé au moyen de l'échelle : le profil du terrain sera indiqué par la courbe que l'on fera passer par les extrémités de ces perpendiculaires.

Remarque. Pour prendre moins d'espace sur le papier,

dans la construction d'un profil de terrain, on peut baisser le plan de comparaison : cela ne change rien dans les hauteurs relatives de chacun des points.

Ainsi, dans l'exemple précédent, ayant obtenu, par rapport au plan de comparaison, les nombres

1,60... 2,20... 3,40... 2,90,

si l'on baisse cette ligne MN de 1 mètre on aura :

0,60... 1,20... 2,40... 1,90.

La ligne MN, dans ce cas, passera sur la ligne horizontale *no* de la station I.

Observation. Les élèves feront bien de s'exercer par la pratique du *nivellement* sur toutes sortes de terrains; car ce n'est qu'à la suite d'un grand nombre d'opérations qu'ils peuvent se graver profondément dans la mémoire tous les principes sur lesquels repose la théorie de *l'art de niveler*. Nous n'avons pas cru devoir nous occuper, dans cet ouvrage, d'un grand nombre de niveaux fréquemment employés pour certaines opérations ; nous y reviendrons plus tard.

DÉBLAIS ET REMBLAIS.

149. C'est au moyen des nivellements faits en long et en large et de la figure des diverses pentes, ainsi que de la forme du *projet*, que l'on parvient à évaluer les massifs de terre qu'il faut enlever ou rapporter pour établir les routes ou les terrassements importants : alors *on emploie certains calculs* dont nous parlerons dans un des chapitres suivants (article *Solidométrie*).

On nomme *déblais* tout massif de terre à enlever d'un lieu pour le transporter ailleurs [1] ; les *remblais* sont les ter-

[1] Les terrassiers ont l'habitude de laisser de distance en distance de petites élévations de terre auxquelles on donne le nom de *témoins ;* ils indiquent la profondeur du travail et le tracé du profil des projets.

res rapportées et qui sont destinées à être répandues sur les endroits d'un terrain qu'on doit élever.

Lorsqu'on fait un nivellement pour la construction d'une *route*, d'une *chaussée quelconque*, etc., il faut agir de manière à régler les pentes, afin que, dans une étendue déterminée, les *déblais* puissent compenser les *remblais* ou à très peu de chose près. On est dans l'usage, dans ces constructions, de déterminer des pentes douces[1] pour faciliter le roulage ; lorsque le pays est situé en plaine, toutes les routes sont établies en terrain naturel.

Dans le dessin d'un tracé de route, afin de distinguer les lignes du projet des lignes noires du plan, on les marque en *encre rouge ;* c'est pour cette raison que les ingénieurs des ponts-et-chaussées nomment ces sortes de ligne *côtes rouges* : ce sont des lignes perpendiculaires tracées sur une ligne horizontale ; elles indiquent la distance des points correspondants du terrain et de la route projetée.

Par *points de sujétion*, on comprend les points du terrain par lesquels il faut faire passer la ligne du projet ; les *points de passage* ou *points à zéro* sont ceux où la ligne du projet rencontre le terrain naturel.

[1] Quand, à partir du point de départ, la pente par mètre de la ligne du *projet* s'élève, cette ligne reçoit le nom de *rampe;* si, au contraire l'inclinaison baisse, elle se nomme *pente*.

CHAPITRE V.

2° LEVÉ DES PLANS.

150. *Lever un plan,* c'est, après avoir mesuré toutes les parties d'un terrain et en avoir observé tous les accidents, le rapporter sur le papier en conservant la *proportion des lignes* et l'égalité des angles ainsi que la *position respective des détails*, pour qu'il en résulte une *figure semblable à celle du terrain levé.*

151. Ainsi un plan géométrique d'un terrain représente exactement sur le papier une surface équiangle, ayant ses dimensions proportionnelles à celles du terrain qu'elle reproduit, et les accidents qui la modifient placés aux endroits analogues à ceux du terrain lui-même.

152. Comme les diverses parties d'une surface ne sont pas toujours de niveau, on est dans l'usage, dans les *levés des plans,* de les considérer comme étant établies sur un même plan horizontal : alors on trace sur le papier des figures planes présentant une suite de triangles dont les côtés sont proportionnels à ceux du terrain et les angles respectivement égaux. Lorsque les surfaces dont on veut lever le plan sont peu étendues (*ne sortant pas d'un cercle qui aurait environ un myriamètre de rayon*), on opère exactement, pour en avoir le plan, de la même manière que pour en déterminer la surface ; mais quand les superficies ont une certaine étendue, on nomme leur représen-

tation *cartes topographiques ;* si l'étendue est plus considérable on a les *cartes géographiques :* dans ces deux derniers cas, il faut, pour lever le plan de telles surfaces, avoir recours à des procédés relatifs aux grands travaux d'arpentage dont nous ne nous occuperons pas dans ces éléments.

153. L'étude du *levé des plans* se divise en deux parties :

1° *Le levé des plans avec instruments ;*
2° *Le levé des plans sans instruments.*

154. Avant d'établir les principes relatifs à chacune de ces divisions, nous allons décrire les différentes échelles employées fréquemment suivant l'étendue des papiers employés relativement à l'importance des terrains dont on doit faire le plan [1].

ÉCHELLES DES PLANS.

155. Le propriétaire d'un terrain a quelquefois besoin de la reproduction sur le papier du figuré de sa terre pour diverses circonstances, *procès, partage,* etc. Comme il n'est pas possible de représenter les surfaces avec leurs véritables dimensions, on est convenu de les réduire proportionnellement en s'appuyant sur le principe de géométrie suivant :

[1] Le *plan* d'un terrain ou d'un objet quelconque est toujours accompagné d'une échelle qui permet d'observer dans quel rapport il est avec l'original qu'on a représenté ; c'est-à-dire que cette échelle détermine le rapport des lignes de l'objet avec celles de sa représentation sur le plan. Il sera donc facile de comprendre ce qu'on entend par *plan fait à l'échelle d'un centimètre, d'un millimètre pour mètre,* ou établi dans tout autre rapport de ce genre : on observera donc que chaque longueur prise sur le plan doit être rendue *cent, mille* fois plus grande, afin de reproduire la distance dont cette longueur offre la figure ; ou lorsqu'*on reportera à l'échelle,* on entendra qu'il s'agit de réduire à une longueur de *cent* ou *mille* fois plus petite toutes les distances réelles du terrain.

Les figures sont semblables lorsqu'elles ont leurs angles égaux chacun à chacun, et leurs côtés homologues[1] *proportionnels.*

Alors on adopte une unité de comparaison, qui est aujourd'hui le mètre ; cette unité et ses sous-multiples peuvent servir d'échelle (voir la *définition de l'échelle*, n° 116, page 69).

156. Il faut toujours choisir une échelle relativement à l'objet que l'on se propose de reproduire, de manière que tout son plan ou sa figure soit contenue entièrement sur une ou plusieurs feuilles de papier, en un mot sur la surface adoptée pour la construction d'un plan : donc on comprendra que les *cartes topographiques* d'une certaine étendue et les *cartes géographiques* sont ordinairement traitées à des échelles infiniment petites.

157. Une échelle est formée d'une seule ligne ou de plusieurs, tracées parallèlement : ces lignes sont divisées en un certain nombre de parties égales ; les unes représentent l'unité principale dont on s'est servi pour mesurer sur le terrain, comme le *mètre*, le *décamètre;* les autres présentent 10 de ces unités et en sont les *multiples;* ou la dixième partie de ces unités, alors ils en sont les *sous-multiples.*

158. Rigoureusement parlant, la composition d'une échelle est arbitraire ; elle est essentiellement soumise, comme nous l'avons déjà dit, aux rapports existants entre les dimensions des feuilles de papier qui doivent recevoir le plan, et celles du terrain représenté ; cependant, on est dans l'usage de prendre celle d'un millimètre pour 1, 2 ou 3 mètres, ou $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de mètre. Ces échelles sont infiniment commodes dans la pratique et elles doivent être

[1] *Homologue* signifie semblable de rapport ou de raison ; *les côtés homologues* sont ceux qui, dans les figures semblables, se correspondent et sont opposés à des angles égaux.

préférées à celles qui sont établies dans des rapports arbitraires.

159. Lorsqu'on dit qu'une échelle est de 1 à 2,000 ou de 1 à 2,500, cela signifie qu'une division de l'échelle (*représentant sur le papier une unité de mesure du terrain*) est la deux-millième ou la deux-mille-cinq-centième partie de l'unité dont on a fait usage sur le terrain : donc, si l'on prend sur l'échelle 38 divisions, par exemple, on aura une distance représentative de 38 mètres ou 38 décamètres du terrain, ayant pris l'une ou l'autre longueur pour unité.

160. On nomme *échelles de parties égales* les échelles construites avec des divisions d'une longueur arbitraire ; les *échelles décimales* ou des *dixmes* sont celles qui sont formées des parties décimales du mètre.

Dans le cadastre on a fait particulièrement usage de l'échelle de 1 à 2,500 ; pour les plans des détails des forêts, des masses étendues et des pays à grande culture, on emploie l'échelle de 1 à 5,000. Expliquons chacun de ces rapports afin d'en donner l'idée exacte à ceux qui n'ont pas encore étudié ces sortes d'échelles; puis, déterminons un principe sur lequel on pourra s'appuyer pour comprendre l'étendue relative des superficies.

Lorsqu'on dit, par exemple, qu'une échelle est de 1 à 2,500 ou de 1 à 5,000, on exprime le rapport des lignes ou des longueurs déterminées sur le papier à celles qui existent sur le terrain dans leur véritable grandeur : ainsi 1 à 2,500, 1 à 5,000 signifient qu'une unité de longueur prise sur le papier correspond à 2,500 ou à 5,000 unités semblables sur le terrain ou bien se trouve contenu 2,500 ou 5,000 fois dans la longueur correspondante sur le terrain. Ces rapports s'exprimant par $\frac{1}{2500}$ et $\frac{1}{5000}$, on peut conclure que *dans une échelle quelconque le rapport étant écrit en fraction, le numérateur représentera le mètre, et le dénominateur* 2,500 *fois ce mètre.* (Le premier terme

(*numérateur*) sera relatif au papier, le second terme (*dénominateur*) sera relatif au terrain.)

D'après cela, partant toujours du mètre comme de l'unité fondamentale, on pourra toujours facilement savoir ce qu'un *sous-multiple* de cette unité sur le papier vaut de mètres sur le terrain; ainsi, prenons les deux rapports dont nous venons de parler, et procédons de la manière suivante, qui est applicable à un rapport quelconque et qui donnera une règle pour comparer une unité (*sous-multiple du mètre*) du papier avec une longueur correspondante du terrain.

Dans le rapport 1 à 2,500, un mètre sur le papier, égalant 2,500 mètres sur le terrain, un décimètre (*ou le dixième*) égalera 250 mètres; un centimètre égalera 25 mètres ; enfin un millimètre égalera 2 mètres 50.

Pour le rapport de 1 à 5,000, nous aurons le tableau suivant, si, comme précédemment, nous voulons connaître la valeur d'un millimètre du papier en valeur correspondante du terrain.

RAPPORTS

sur le papier,		sur le terrain.
1 mètre	=	5,000 mètres.
1 décimètre	=	500
1 centimètre	=	50
1 millimètre	=	5

CONSTRUCTION ET USAGE DES ÉCHELLES

161. Proposons-nous de construire une échelle, par exemple celle au vingt-millième ou à $\frac{1}{20000}$. Le papier n'ayant pas assez de longueur pour y tracer un mètre, afin d'établir l'échelle, nous réduisons l'unité au décimètre, d'après le principe précédent (nº 160), et nous voyons facilement qu'un décimètre égale 2,000 mètres, et que 5 centimètres égaleront 1000 mètres.

Prenant une longueur de 5 centimètres sur une mesure métrique, nous la portons sur une ligne autant de fois que nous voulons représenter la longueur de 1000 mètres; nous établissons la première longueur de gauche à laquelle on donne le nom de *talon* : cette longueur est divisée en 10 parties; chacune de ces parties vaut 100 mètres. L'échelle est numérotée en partant de 0 après le talon.

Pour avoir une échelle qui présenterait des sous-multiples du mètre, on tracerait (fig. 92) celle dont nous avons parlé page 71, alors la ligne AB aurait 5 centimètres de

Fig. 92.

long, ainsi que BE et EG, etc. Le *talon* serait ACDB et le zéro serait placé en B, le nombre 1,000 en E, et 2,000 en G, etc.

Si l'on veut prendre 2,300 mètres sur cette échelle on place l'une des pointes du compas au point d (*situé sur la ligne* HG *correspondante à* 2,000) et l'autre point en v de la même ligne horizontale, et l'on a la longueur 2,300 mètres 6 décimètres.

En effet, $d\ 6 =$ 2,000 mètres
$v\ u =$ 300
$u\ 6 =$ .... 6 décimètres.

On procéderait exactement de la même manière pour toute autre longueur à déterminer sur l'échelle.

ÉCHELLES ADOPTÉES.

Observation. Dans les différentes échelles que nous allons présenter, nous établirons les rapports des longueurs prises sur le papier correspondantes à celles du terrain, relativement au centimètre considéré comme unité.

162. Les échelles adoptées suivant l'usage auquel on les destine sont :

1° L'échelle de 1 à 100 ou $\frac{1}{100}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 1 mètre du terrain).

On emploie cette échelle pour les plans de bâtiments, d'usines, de projets d'architecture, etc.;

2° L'échelle de 1 à 1,000 ou $\frac{1}{1000}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 10 mètres du terrain).

Cette échelle est employée pour les terres en culture dans lesquelles on doit tenir compte de certains détails, *routes*, *ruisseaux*, *haies*, etc., comme cela arrive souvent pour éclairer une affaire dans les procès par expertise.

3° L'échelle de 1 à 2,000 ou $\frac{1}{2000}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 20 mètres du terrain).

On emploie cette échelle pour les levés des plans de place de guerre, de forêts, etc., dans lesquels on détermine moins de détails que dans les cas précédents ;

4° L'échelle de 1 à 500 ou $\frac{1}{500}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier, correspondant à 5 mètres du terrain.)

Cette échelle s'emploie pour les plans généraux des cours d'eau, abornements, etc.

5° L'échelle de 1 à 625 ou $\frac{1}{625}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 6 mètres 25 du terrain.)

On fait usage de cette échelle pour les petits détails des plans du cadastre.

Remarque. Quand il s'agit de parties qui doivent être moins détaillées, on emploie l'échelle de 1 à 1,250 ou $\frac{1}{1250}$;

6° L'échelle de 1 à 2,500 ou $\frac{1}{2500}$; (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 2 mètres 50 du terrain.)

Cette échelle est employée pour les feuilles des plans du cadastre ;

7° L'échelle de 1 à 5,000 (sur l'échelle 1 centimètre du papier correspondant à 50 mètres du terrain).

On emploie cette échelle pour le plan de détail des forêts, des masses étendues, et des pays à grande culture.

Enfin, lorsqu'il s'agit des plans d'ensemble, on fait usage des échelles suivantes :

1 à 10,000 ou $\frac{1}{10000}$,
1 à 15,000 ou $\frac{1}{15000}$,
1 à 20,000 ou $\frac{1}{20000}$,
1 à 25,000 ou $\frac{1}{25000}$,
1 à 40,000 ou $\frac{1}{40000}$.

Pour la carte de France, *Cassini* a employé l'échelle de 1 à 86,400 ou $\frac{1}{86400}$.

163. Un plan construit sur le papier ayant ses dimensions établies en rapport avec celles du terrain qu'il représente, on conclura de là que chaque mesure prise sur le plan équivaut, sur l'échelle de ce plan, au même nombre d'unités de mesures linéaires que celui trouvé sur le terrain en mesurant la distance correspondante à celle du plan.

Au moyen du compas, il est facile de prendre les mesures linéaires sur les plans, alors on applique l'ouverture du compas sur l'échelle qui a servi à leur construction, afin de pouvoir en évaluer le nombre déterminé d'unités linéaires, qui indique les distances des points du terrain respectifs à ceux du plan. D'après cela, il est facile d'évaluer mathématiquement toutes les distances réelles de l'espace du terrain que le plan embrasse, par la seule possession du plan et de l'échelle qui a servi à sa construc–

tion : les calculs des surfaces pourront s'effectuer aussi facilement que sur le terrain même.

On nomme *calculs graphiques des surfaces* les opérations faites sur le plan représentatif d'un terrain au moyen du compas et de l'échelle.

OBSERVATION. Il est plus avantageux, dans le *calcul graphique d'une surface*, de se servir d'une échelle en buis à biseau, divisée dans le rapport convenable à l'étendue de la feuille du plan du terrain représenté.

164. Par *canevas visuel d'un plan* ou *croquis*, on entend le plan géométrique qui représente à peu près tous les objets constitutifs de la surface d'un terrain plus ou moins étendu, c'est-à-dire toutes les longueurs des lignes, ainsi que l'ouverture des angles qu'elles peuvent déterminer.

Voici comment on procède pour établir les *plans visuels des terrains.*

On parcourt la superficie à lever pour en connaître parfaitement toutes les démarcations et tous les accidents qui la modifient ; on dessine sur le papier, qui doit recevoir le canevas visuel, le contour ou l'ensemble de la figure, puis on détermine tous les détails d'intérieur, tels que *maisons, chemins, jardins, haies, rivières*, etc., en accusant leurs courbures et leurs limites, On inscrit respectivement dans l'intérieur du canevas visuel des pièces les *noms des propriétaires* ou on place des chiffres ou des lettres de renvoi à un tableau énumératif.

Pour établir convenablement le *canevas visuel des terrains*, il faut passablement s'exercer dans la reproduction des lignes et des angles avec leur valeur respective

MANIÈRE DE TROUVER L'ÉCHELLE D'UN PLAN.

164 *bis*. Lorsqu'on a oublié de mettre une échelle sur un plan, pour la détermineron choisit dans ce plan un triangle dont la surface est connue, puis on réduit le triangle en un

carré équivalent en surface[1] et l'on divise le côté du carré en autant de parties égales qu'il y a d'unités dans la racine carrée de la surface du carré ; l'une de ces divisions exprime la partie correspondante de l'échelle.

Application. *Un triangle quelconque d'un plan a 625 ares de superficie ; on propose de déterminer la valeur d'une division de l'échelle avec laquelle on établit ce plan.*

Un carré équivalant en surface à 625 ares d'un triangle aura pour côté 25 décamètres d'après le principe présenté plus haut : donc, en divisant le côté du carré en 25 parties égales, l'une de ces parties exprimera la valeur d'une division de l'échelle ; en prenant 10 de ces divisions on aura le *talon* d'une échelle que l'on pourra construire d'après le procédé indiqué précédemment.

LEVÉ DES PLANS AVEC INSTRUMENTS.

TERRAINS ACCESSIBLES.

165. *Pour lever les plans avec instruments,* on fait usage de l'*équerre,* de la *chaîne,* du *graphomètre*, de la *boussole* et de la *planchette.*

On remarquera que le *levé des plans avec instruments* donne des résultats infiniment exacts, et que les procédés employés sont aussi courts que simples. Ce levé de plan est celui dont on se sert le plus communément.

LEVÉ D'UN PLAN AVEC L'ÉQUERRE ET LA CHAINE.

166. Nous avons vu (*problème 5 sur l'arpentage, page* 91) que, pour arpenter un polygone, on le décompose le plus ordinairement en *trapèzes droits* et en *triangles rectangles ;*

[1] Pour former un carré équivalant en surface à un triangle donné, on détermine la surface du triangle, on en extrait la racine carrée qui équivaut à la longueur du côté de ce carré.

que cette manière de décomposer les figures est aussi favorable pour les *arpenter* que pour en *lever le plan* : donnons maintenant quelques exemples qui vont faire comprendre qu'on peut lever le plan des terrains à l'aide d'une chaîne et d'une équerre ordinaire seulement.

1er problème. *On propose de former le plan du terrain représenté par le croquis* ABDC (fig. 93).

Solution. Après avoir fait planter des jalons à chaque

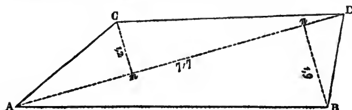


Fig. 93.

angle A, B, D, C du terrain, on jalonne une diagonale AD que l'on *mesure avec la chaîne*, puis on *abaisse avec l'équerre* les perpendiculaires C*m* et B*n* des sommets C et D de chacun des triangles déterminés dans le polygone au moyen de la diagonale AD; on mesure avec la chaîne chaque perpendiculaire et l'on procède de la manière suivante avec le croquis du terrain que l'on a eu soin de faire comme pour l'arpentage ordinaire des surfaces.

Pour fixer les idées sur l'emploi d'une échelle, dans la construction d'un plan, prenons l'instrument nommé *double-décimètre*

Ayant obtenu 7 décamètres 7 mètres pour la diagonale ou directrice AD, nous allons réduire cette longueur pour que la feuille de papier sur laquelle doit être construit le plan puisse la contenir[1]; adoptons pour cela un *centimètre*

[1] Pour réduire les dimensions du terrain, on a soin de choisir une échelle telle que la feuille de papier sur laquelle on doit établir un plan puisse contenir, d'après cette échelle, la plus grande longueur

par *mètre ;* alors, comme un *mètre* sur le terrain égalera un *centimètre* sur le papier, on pourra facilement comprendre qu'un *décamètre* sur le terrain égalera un *décimètre* sur le papier, et qu'un *décimètre* sur le terrain égalera un *millimètre* sur le papier.

Le croquis étant sous les yeux, nous tirons une ligne droite indéfinie, et nous portons sur cette ligne, au moyen du *double-décimètre*, une longueur de 7 décimètres et 7 centimètres qui, d'après la convention précédente, correspondront aux 7 décamètres 7 mètres de la diagonale AD du terrain ; nous déterminons alors les deux points A et D sur le papier[1]. En mesurant sur le terrain la longueur de la diagonale AD, de l'angle A au pied *m* de la perpendiculaire, nous trouvons 2 décamètres 7 mètres : nous portons donc sur la ligne du plan, à partir du point A, une longueur de 2 décimètres 7 centimètres et nous déterminons le point *m ;* au point *m* nous abaissons une perpendiculaire avec l'équerre en bois ou par l'un des procédés que nous avons décrits précédemment (*Géométrie, page* 7); sur cette perpendiculaire, à partir du point *m* nous portons 1 décimètre 2 centimètres, correspondant à 1 décamètre 2 mètres sur le terrain : nous déterminons le point C ; en tirant du point C les lignes CA et CD, nous obtenons les deux côtés de la figure du plan.

Nous procédons absolument de la même manière pour

et la plus grande largeur de la surface que l'on veut représenter. Il faut autant que possible faire le plan aussi grand que le papier peut le permettre, en choisissant, dans les réductions, des nombres qui divisent exactement la mesure adoptée, c'est-à-dire que l'on prendra 1, 2, 5 centimètres ou 1, 2, 5 millimètres pour représenter 1 mètre, 10 mètres, 160 mètres, etc., et jamais 2, 3 centimètres, etc., pour représenter 5 mètres 7 mètres, etc.

[1] Les professeurs feront bien, pour exercer leurs élèves, de faire construire ces plans sur une feuille de papier ordinaire en leur donnant ces figures comme croquis et en indiquant une échelle de 1 centimètre ou 5 millimètres pour mètre, ou un autre rapport.

la partie ABD du croquis : c'est-à-dire qu'ayant obtenu sur le terrain une longueur de 9 mètres du point D de la diagonale AD, au point *n* du pied de la perpendiculaire *n*B, nous portons, à partir de D, la longueur correspondante 9 centimètres, et nous déterminons sur le papier le point *n* sur lequel nous élevons une ligne perpendiculaire comme dans la partie précédente.

Sur cette perpendiculaire, à partir du point *n*, nous portons 1 décimètre 9 centimètres, qui correspondent à 1 décamètre 9 mètres sur cette ligne du terrain : alors nous déterminons le point B duquel nous tirons les lignes BA et BD pour terminer le plan proportionnel du terrain proposé.

2e problème. *Une courbe* AB, *figurant un cours d'eau, etc., étant donnée* (fig. 94), *on propose d'en lever le plan.*

Solution. On jalonne une direction AB dans toute la

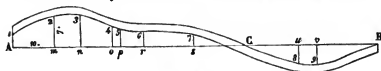


Fig. 94.

longueur de la courbe; elle coupe cette courbe en C; puis, au moyen de l'équerre, on élève des perpendiculaires sur la direction AB, de A en 1, de *m* en 2, de *n* en 3, etc.; on mesure chaque distance A*m*, *mn*, et chaque perpendiculaire A1, *m*2, *n*3, etc., et l'on forme le plan d'après les côtes inscrites sur le croquis.

Remarque. On donne le nom d'*abscisses* aux portions de lignes A*m*, *mn*, etc., considérées sur la *directrice* AB; on appelle *ordonnées* toutes les perpendiculaires A1, *m*2, *n*3, établies perpendiculairement sur la *directrice* et partant d'un point quelconque de la courbe.

D'après l'explication que nous venons de donner pour

lever un plan avec la chaîne et l'équerre, il nous serait facile de construire le plan d'un terrain représenté par le croquis ABCDEFGA (fig. 95), en employant une échelle quelconque.

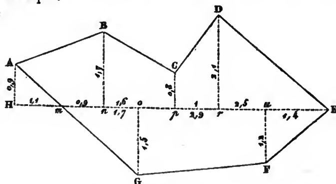


Fig. 95.

La simple inspection de cette figure indique suffisamment la marche à suivre pour que nous nous dispensions de répéter ce qui a été dit dans le problème précédent ; il en est de même pour le croquis d'un terrain ayant la forme ABCDEFA (fig. 96), l'un des côtés étant borné par une rivière ou par une ligne sinueuse continue comme on l'indique dans les croquis (fig. 75).

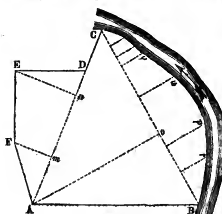


Fig. 96.

Quant aux propriétés dans lesquelles on ne peut pas pénétrer, on commence par les envelopper dans un *rectangle,* un *trapèze,* etc. (*voir Arpentage de ces superficies,* 8e *problème,* page 98), et l'on procède absolument de même que précédemment. La simple inspection de la figure 77 peut

donner l'idée de la marche à suivre pour opérer dans ce cas.

LEVÉ DES PLANS AVEC LE GRAPHOMÈTRE.

167. Nous avons donné (nº 108, page 58) la description complète du *graphomètre*, et nous avons indiqué (nº 109) la manière de le vérifier. Proposons-nous maintenant quelques problèmes à résoudre afin de guider dans la marche qu'il faut suivre pour lever le plan des *terrains accessibles* au moyen de cet important instrument.

3e problème. *On propose de lever le plan du terrain* ABCDEA (fig. 97), *au moyen du graphomètre et de la chaîne d'arpenteur.*

Solution. Après avoir parcouru le terrain pour en con-

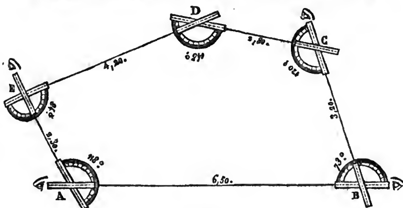


Fig. 97.

naître exactement la figure et avoir fait planter des jalons à chaque angle, l'on dressera à vue d'œil un croquis sur lequel on inscrira successivement toutes les mesures des lignes et l'ouverture des angles à mesure qu'on les obtiendra.

On établira le *graphomètre* en première station en A à la place du jalon et de manière que le centre O (fig. 37) corresponde exactement au sommet A, ce qu'on peut obtenir au moyen du fil à plomb que l'on accroche sous le graphomètre; puis on déterminera l'amplitude numérique de

l'angle EAB en établissant le graphomètre pour que l'alidade immobile AB de l'instrument (fig. 37) soit dirigée de A en E du terrain comme l'indique la figure; le limbe du graphomètre sera établi parfaitement horizontal au moyen d'un niveau à bulle d'air; ensuite on dirigera exactement l'alidade mobile sur le point B du terrain pour examiner sur le limbe la graduation qui indique la grandeur de l'angle EAB.

On inscrira sur le croquis la valeur de l'angle et l'on mesurera à la chaîne la distance AB; le nombre que l'on obtiendra sera inscrit sur la ligne du croquis correspondant à celle du terrain.

On arrivera à la station B; on placera le graphomètre sur l'angle ABC pour le mesurer en suivant la même précaution que dans la station précédente. Il faut autant que possible placer le graphomètre de manière que l'alidade fixe soit établie sur la ligne qui vient d'être mesurée et l'alidade mobile dans la direction de la ligne à mesurer : cette précaution n'est pas de rigueur, mais elle fait procéder avec plus de méthode et indique mieux la direction que l'on prend.

Enfin on mesurera la ligne BC et l'on arrivera en C; l'on opérera pour l'angle C et les suivants D et E comme on l'a fait pour A et B.

Pour vérifier l'opération du levé de plan au moyen du graphomètre, relativement aux angles pris sur le terrain, on fait le produit de 180[1] par le nombre de côtés moins

[1] On a vu (n° 47) que la somme des trois angles d'un triangle vaut 180 degrés ou deux angles droits. Comme un polygone d'un nombre quelconque de côtés peut toujours être décomposé en autant de triangles (n° 57) qu'il a de côtés moins deux, que l'hexagone, par exemple, se décompose en 6—2 ou 4 triangles, l'octogone, en 8—2 ou 6 triangles, etc., on peut conclure que *la somme des angles d'un polygone quelconque vaut autant de fois deux angles droits ou 180°, qu'il y a de côtés moins deux.*

deux du polygone, et le résultat doit exprimer la somme de tous les angles obtenus avec le graphomètre dans le polygone proposé.

LEVÉ DES PLANS AVEC LA BOUSSOLE.

168. Nous avons donné (n° 110, page 61) la description de la *boussole* et la manière de la vérifier (n° 111); nous avons complété ces détails par une application de la boussole dans la mesure des angles (page 63): examinons maintenant la marche que nous devons suivre pour *lever les plans* au moyen de ce précieux instrument.

On emploie la *boussole* pour mesurer l'amplitude numérique des angles d'un terrain comme on le fait avec le graphomètre; mais la constante vacillation de l'aiguille donne une erreur à peu près d'un demi-degré dans chaque observation. Cette approximation, quoique souvent insuffisante dans certains levés des plans, n'empêche pas de se servir de cet instrument :

1° Pour tracer les contours sinueux des cours d'eau et des chemins;

2° Pour déterminer facilement toutes les directions à travers un bois;

3° Pour établir des souterrains dans une direction donnée.

Dans chaque opération faite avec la boussole, il est très-facile de coter les angles formés par l'aiguille à mesure que l'on opère.

169. *Les levés des plans à la boussole* sont fondés sur la propriété que possède l'aiguille aimantée de présenter une direction constante vers le nord : ainsi en changeant l'instrument de place, l'aiguille prendra encore la même direction, qui, par conséquent, sera parallèle à la première.

On peut lever le plan des superficies avec la boussole en procédant comme on l'a fait avec le *graphomètre*; le pro-

blème suivant va nous guider dans la marche que nous suivons pour lever un plan avec cet instrument.

4e problème. *Soit le terrain* ABCDA *dont on veut lever le plan au moyen de la boussole* (fig. 98).

Solution. On fait planter des jalons bien perpendicu-

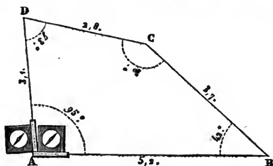


Fig. 98.

lairement à chaque angle A, B, C, D du terrain, ensuite on établit la boussole en A (sur son pied comme le graphomètre et bien horizontalement) ; on détermine l'angle A du terrain, par le procédé que nous avons décrit page 63, et l'on marque cette mesure sur le canevas qu'on a soin de former; on fait mesurer à la chaîne la longueur AB, puis l'on transporte la boussole au point B dont on détermine la valeur de l'angle comme précédemment ; on mesure la ligne BC, et l'on continue l'opération en se transportant aux points C, D, sur lesquels on opère exactement de la même manière, ayant toujours soin d'inscrire la valeur numérique des angles et des côtés mesurés ; enfin chaque longueur des côtés est répartie sur le plan, d'après l'échelle adoptée comme pour le graphomètre : l'on aura donc le plan proportionnel et représentatif du polygone ABCD.

Nous ne conseillons l'emploi de la boussole que lorsqu'on ne peut pas faire usage des autres instruments. On

emploie, par exemple, la boussole dans le levé des plans des forêts d'une certaine étendue ; mais dans tous les cas les résultats obtenus sont peu exacts.

LEVÉ DES PLANS AVEC LA PLANCHETTE.

170. On peut lever les plans au moyen de la planchette, par deux méthodes différentes :

1° *La méthode par cheminement ;*
2° *La méthode par intersection.*

1° *La méthode par cheminement* consiste à établir la planchette à chaque angle particulier du polygone proposé, ou à un certain point duquel on puisse remarquer les autres, puis à mesurer la distance des divers points au point de la station qui les a donnés. Cette méthode, quoique très-simple, n'est employée que lorsqu'il n'est pas possible de faire autrement, et elle a reçu le nom de *cheminement*, car pour déterminer les angles il faut cheminer, c'est-à-dire, se transporter successivement d'un point à un autre.

2° *La méthode par intersection* consiste à prendre arbitrairement deux points quelconques desquels on puisse distinguer alternativement tous les angles que forme le polygone de la surface dont on veut lever le plan, et d'imaginer des lignes droites, partant intérieurement de chacun de ces points dans ce polygone, pour aboutir à tous les angles opposés; en établissant la planchette, comme nous le verrons plus loin, à la première station (*celle du 1er point*), puis à la seconde (*ou du 2e point*), les droites tracées sur la planchette, à cette seconde station, détermineront, par leur rencontre avec celles qui proviennent de la première station, un certain nombre de points qui seront ceux des angles du plan représentatif du polygone proposé.

Remarque. La *méthode par intersection* est préférable à la *méthode par cheminement*, car elle évite de mesurer un grand nombre de distances sur le terrain et par cette raison elle diminue infiniment le travail.

Observation. Les levés à la planchette sont remarquables par leur extrême simplicité : ils dispensent de faire des croquis de terrain, tout en confondant en une même opération la mesure des angles et leur report sur le papier. (*Voir la description de la Planchette*, n° 112, pag. 64.)

PLANCHETTE.—ALIDADE.—COMPAS D'ÉPAISSEUR.

171. La figure 99 présente la *feuille de papier r o m n*

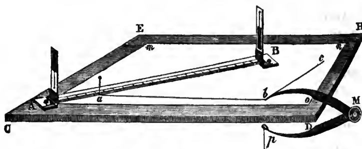


Fig. 99.

d'un plan, fixée sur la *planchette* EHCD, au moyen de *clous-punaises* ou de colle à bouche ; AB est l'*alidade* avec laquelle on trace sur la feuille du plan les lignes provenant des visés sur les jalons du terrain ; le corps de l'alidade est une règle divisée qui, en servant d'échelle, peut donner de suite, dans le cours de l'opération, toutes les longueurs du terrain, réduites proportionnellement sur le plan. Une *aiguille* fine[1] *a* répond verticalement, dans chaque station, à chacun des points du terrain et détermine la position de l'une des extrémités de l'*alidade* AB.

172. Pour déterminer exactement le point du terrain correspondant à un point de la planchette (*ce qui est rigoureusement nécessaire dans chaque station*), on fait usage d'un compas M, à pointes recourbées, auquel on donne le nom

[1] Cette aiguille est en acier ; il est nécessaire d'en avoir plusieurs et de leur déterminer une tête avec de la cire d'*Espagne*, afin de pouvoir facilement les fixer sur la planchette.

de *compas d'épaisseur*. L'une des pointes du compas d'épaisseur est surmontée à son extrémité d'un œillet dans lequel on fixe un fil à plomb *p*; l'autre pointe est destinée à être appuyée sur le point de la minute du plan correspondant verticalement à celui du terrain.

Voici comment on procède :

173. On place le *compas d'épaisseur* pour que l'une des pointes repose, par exemple, sur le point *b* de la *minute du plan ;* alors le fil à plomb *p*, fixé à l'autre pointe portant œillet, indiquera le mouvement qu'il faudra effectuer avec la planchette pour que le point du terrain dont il est question réponde verticalement avec celui du plan.

Réciproquement, il est facile de déterminer sur la *minute du plan* un point correspondant à celui du terrain.

MANIÈRE D'ORIENTER LA PLANCHETTE.

174. On peut orienter la planchette au moyen du *déclinatoire* (fig. 111) en traçant sur la minute du plan une ligne droite qui à la première station correspond au méridien magnétique : alors on place à chaque station le *déclinatoire* de manière que l'un de ses grands côtés soit en contact avec la *ligne méridienne* (n° 180), et l'on fait pivoter horizontalement la planchette sur son genou, pour ramener l'aiguille aimantée dans la direction de la ligne O passant par le milieu des deux petits côtés : la *planchette sera orientée ;* car, dans une station quelconque tous les points situés sur son plan correspondront exactement avec ceux du terrain dont ils sont les représentants ; de plus, cette planchette, dans une station quelconque, conservera une position parallèle à la première des stations.

1° MÉTHODE PAR CHEMINEMENT.

5e problème. *On veut lever le plan d'un terrain* ABCDEA (fig. 100), *au moyen de la planchette.*[1]

Solution. Après avoir fixé sur la planchette la feuille

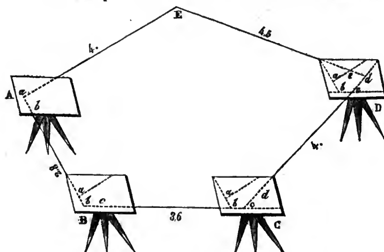


Fig. 100.

de papier [2] qui doit recevoir le plan, en employant l'un des moyens que nous venons d'indiquer (n° 171), on plante des jalons à tous les angles A, B, C, D, E du terrain, puis on établit la planchette horizontalement en A, pour déterminer le point *a* du papier qui lui correspond verticalement, ce qu'on peut obtenir au moyen d'un fil-à-

[1] Cet instrument a été inventé par J. Prœtorius (de Nuremberg) à la fin de XVIe siècle, et perfectionné depuis par plusieurs géomètres.

[2] On nomme *minute* la feuille de papier tendue sur la planchette et sur laquelle on doit dessiner un plan. Le papier peut être fixé, au moyen de clous punaises, de colle à bouche ou de colle de poisson, sur une toile assez légère ou mieux encore sur un taffetas gommé. Ce papier est ordinairement d'une teinte verte; alors il est moins éblouissant que le papier blanc, sous l'influence du soleil.

plomb ou mieux avec le compas d'épaisseur; on plante une aiguille fine au point *a* de la planchette, on appuie contre cette aiguille l'une des extrémités de l'alidade, en dirigeant l'autre sur le jalon B et l'on trace au crayon une ligne indéfinie le long de l'alidade, dans la direction AB.

On dirige ensuite l'alidade sur le point E, en la faisant pivoter sur l'aiguille, et l'on trace une seconde ligne indéfinie dans la direction AE : on a par conséquent déterminé sur le papier le point *a* sommet de l'angle EAB du terrain[1].

On mesure ensuite sur le terrain la longueur AB, ce qui donne 2 décam. 8, l'on prend ensuite sur l'échelle une longueur proportionnelle pour la porter sur la ligne correspondante *ab* du papier.

On transporte la planchette au point B, et on la place de manière que le point *b* corresponde exactement dans la direction verticale au point B du terrain, et que la droite *a b*, du papier prenne la direction de AB, qui lui est respective sur le terrain. Ayant obtenu cette condition, on plante l'aiguille en *b*, et l'on dirige l'alidade sur le point *c*, pour l'apercevoir dans la direction du rayon visuel partant du point *b*, et l'on trace une ligne droite *b c*, sur la planchette. On mesure la longueur BC du terrain ; elle est de 3 décam. 6, on reporte cette longueur d'après l'échelle de *b* en *c* : l'angle ABC du terrain est par conséquent déterminé sur le papier.

La planchette, étant ensuite transportée au point C, elle est établie de manière que le point *c* du papier réponde verticalement au point respectif C du terrain, comme dans les stations précédentes ; on plante l'aiguille en *c*, et on

[1] Comme il est facile de le remarquer chaque angle tracé sur la planchette n'est autre chose que la *projection horizontale* de l'angle correspondant du terrain, puisque cet angle peut arbitrairement être déterminé au-dessus ou au-dessous de la superficie sur laquelle on opère.

détermine avec l'alidade sur le papier une ligne dans la direction c D; on mesure sur le terrain, la distance CD, que l'on reporte sur le papier de c en d, d'après l'échelle adoptée.

Enfin, on établit la planchette au point D du terrain, de manière que ce point corresponde verticalement au point d du papier, et que la ligne c d prenne la direction de sa respective CD du terrain; puis, après avoir planté l'aiguille en d, on dirige l'alidade dans la direction du point E; et l'on trace une ligne d e qui complète sur le papier le polygone représentatif du plan du terrain.

En mesurant la distance DE du terrain, le nombre obtenu doit être le même que celui donné par l'échelle avec d e du papier: alors l'opération est exacte ou régulière.

Observation. Il peut arriver que certains accidents du terrain ne permettent pas d'établir la planchette sur plusieurs des angles de ce terrain; alors on est dispensé de transporter la planchette à diverses stations; on s'évite dans ce cas, de la rétablir dans une direction horizontale, en faisant coïncider les points du papier avec ceux du terrain, et l'on procède comme nous allons l'indiquer dans le problème suivant :

6e problème. *On propose de lever le plan d'un terrain avec la planchette, du point* A *duquel on peut apercevoir tous les jalons plantés aux angles de ce terrain* (fig. 101).

Solution. On place la planchette en A sur le terrain, et l'on détermine le point *a* sur le papier, comme on l'a fait dans le problème précédent ; on plante une aiguille en *a* et l'on dirige l'alidade dans la direction AB, jusqu'à ce que l'on aperçoive le point B; on trace sur le papier une ligne indéfinie dans cette direction, et après avoir fait mesurer sur le terrain la ligne AB, on reporte sur le papier cette longueur réduite d'après l'é-

chelle; on fait pivoter ensuite l'alidade sur l'aiguille

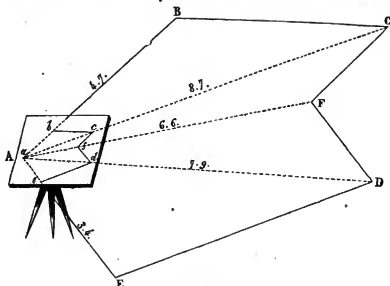


Fig. 101.

plantée en *a* jusqu'à ce qu'elle soit dans la direction AC, et l'on trace la ligne droite indéfinie *a c;* on agit de la même manière pour tracer sur le papier les autres lignes *af*, *ad*, *ae* : il ne reste plus qu'à déterminer les côtés *bc*, *ef*, *fd*, *de*, qui sont ceux du polygone du plan.

Observation. Lorsque sur le terrain dont on veut lever le plan au moyen de la planchette il se trouve une élévation de laquelle on peut distinguer tous les sommets des angles, on la choisit pour établir l'instrument, et l'on procède comme nous allons l'expliquer dans le problème suivant :

7e problème. *Un terrain a la forme* ABCDEFA (fig. 102) *; on veut en lever le plan en établissant la planchette au point* O *d'où on peut apercevoir les jalons placés en* A, B, C, D, E, F.

Solution. On pose la planchette au point O dans une

position bien horizontale, au moyen du niveau à bulle

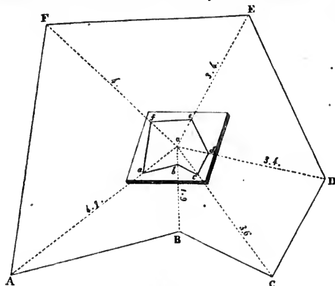


Fig. 102.

d'air, puis on plante une aiguille en *o*, sur le papier ; on fait tourner l'alidade dans la direction de chaque jalon en l'appuyant par une extrémité contre l'aiguille, et l'on indique sur le papier chacun des rayons visuels au moyen d'un trait indéterminé *oa*, *ob*, *oc*, *od*, *oe*, *of* ; enfin, on mesure, sur le terrain, les distances *o*A, *o*B, *o*C, *o*D, *o*E, *o*F, et l'on porte, d'après l'échelle, sur le plan, une largeur proportionnelle à la distance obtenue sur le terrain, afin de déterminer les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* des côtés du polygone représentant la surface proposée ; il ne reste plus qu'à fermer le polygone en tirant des droites d'un point à un autre.

Observation. L'un des côtés du terrain dont on veut avoir le plan peut être une ligne sinueuse, un *bois*, un *cours d'eau*, etc. ; le moyen employé pour lever le plan d'un terrain ainsi modifié n'offre aucune difficulté, ainsi que nous allons le prouver dans le problème suivant :

8e problème. *Un terrain* ABCDEFA (fig. 103) *est borné par une rivière* ABC : *on propose d'en lever le plan au moyen de la planchette.*

Solution. On établit la planchette horizontalement au

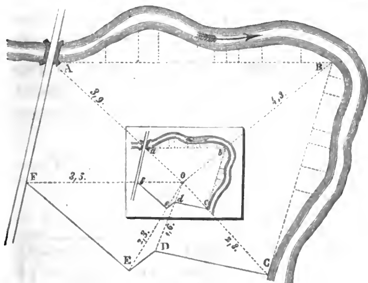


Fig. 103.

point O du terrain, pour que le point *o* du papier lui corresponde verticalement; de ce point on dirige des rayons visuels vers les jalons plantés en A, B, C, D, E, F, et l'on mesure sur le terrain toutes les distances, comme dans les exemples précédents; on reporte sur le plan chacune de ces distances d'après l'échelle adoptée, Quant à la ligne sinueuse, pour en faire le plan on a tiré les lignes AB et BC sur lesquelles on a élevé un certain nombre de perpendiculaires partant des sinuosités, et on les a établies sur les lignes *ab* et *bc* du plan, dans un rapport proportionnel; leurs extrémités ont donné la direction de la ligne sinueuse.

Observation. Pour lever le plan des terrains au moyen de la planchette, en suivant les procédés que nous avons

décrits dans les problèmes précédents, il faut mesurer un assez grand nombre de distances; nous allons présenter une méthode qui peut abréger de beaucoup le travail; on la nomme *méthode des intersections*. Le problème suivant va nous guider pour opérer dans un grand nombre de cas au moyen de cette méthode.

2° MÉTHODE PAR INTERSECTION.

9e problème. *On propose de lever, au moyen de la planchette, le plan du polygone* ABCDEA (fig. 104).

Solution. Après avoir fixé sur la planchette le papier qui

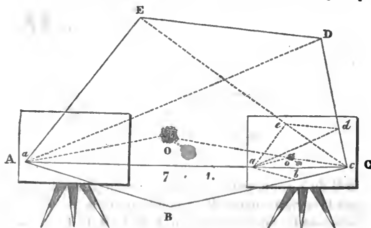


Fig. 104.

doit recevoir le plan, on détermine le point *a* sur ce papier, pour qu'il soit dans une position perpendiculaire respective à celle du point A du terrain, et de manière à pouvoir construire le plan proposé; la planchette étant établie bien horizontalement, on plante une aiguille au point *a* du papier, et l'on dirige l'alidade sur le point E, pour tracer une ligne dans la direction *a*E; on fait tourner l'alidade autour de l'aiguille en *a*, jusqu'à ce qu'elle soit dans la direction *a*D, et l'on trace une ligne droite, le long de

cette alidade; on tourne encore l'alidade pour avoir la direction *a*C, que l'on détermine sur le papier par une ligne droite; enfin on dirige l'alidade de *a* en B, et l'on trace une ligne dans la direction *a*B.

Si l'on veut déterminer en même temps sur le plan la position de l'arbre O, on dirige l'alidade de *a* en O, et l'on trace une ligne dans la direction *a*O.

Ayant déterminé toutes les lignes dans la 1re station A, on mesure la distance AC du terrain (c'est cette distance qu'on adopte pour la *base de l'opération*); l'on trouve 7 décamètres 1 mètre, alors on prend cette longueur sur l'échelle adoptée et on la porte de *a* en *c*.

On transporte la planchette, en seconde station, au point C, et on l'établit pour que le point *c* du papier réponde verticalement au-dessusde son point respectif C du terrain, et de manière que la ligne droite *ac*, tracée sur le papier, soit dans la direction *ca*. Ayant obtenu ces conditions, on dirige l'alidade de *c* en D, en la faisant tourner autour de l'aiguille qu'on a plantée perpendiculairement en *c*, et l'on trace une ligne droite *cd* dans la direction *c*D; on continue et l'on dirige l'alidade de *c* en E, pour tracer la ligne droite *ce*, dans la direction *c*E; l'alidade est dirigée ensuite de *c* en B, et l'on trace la ligne droite *cb* dans la direction *c*B; enfin, en dirigeant l'alidade dans la direction *c*O, on détermine, en traçant la ligne *co*, le point O où doit se trouver l'arbre sur le plan.

La figure *abcdea* est le plan exact du polygone ABCDEA proposé.

On peut, avec la même facilité, appliquer cette méthode au levé du plan d'un terrain quelconque, pourvu toutefois qu'on puisse déterminer deux points sur le terrain et desquels on aperçoive tous les autres. Les deux points étant pris pour *base de l'opération*, on n'a rien autre chose à mesurer que la distance qui les sépare. Il faudra aussi mesurer cette distance avec un soin tout particulier, car le travail se

ressentirait de la plus petite erreur commise dans cette mesure.

Observation. En commençant l'opération, il faut tâcher d'apprécier à peu près la plus grande longueur du terrain pour pouvoir établir tout le plan sur la feuille de papier ; sans cette précaution, on sera exposé souvent à déterminer des lignes qui ne pourraient point se rencontrer sur la longueur du papier.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE

DANS LE LEVÉ DES PLANS AVEC LA PLANCHETTE.

173. Lorsqu'on lève un plan au moyen de la planchette, il faut avoir soin d'établir cet instrument dans une position horizontale, au moyen d'un niveau à bulle d'air ; puis on fait correspondre exactement, dans une direction verticale, le point du terrain où on s'établit en station, avec celui du papier qui lui est respectif ; ensuite on oriente la planchette et l'on a soin qu'elle ne se dérange pas pendant tout le temps qu'elle reste en station, ayant toutefois la précaution de vérifier de temps en temps si elle est toujours de niveau et parfaitement orientée. On fait usage d'une aiguille fine, et l'on fait toucher exactement l'alidade à cette aiguille pendant l'observation.

Les piquets ou les jalons visés devront toujours être placés dans une position bien verticale ; et lorsqu'on quitte une station pour aller opérer sur une autre, il faut avoir soin de replacer le jalon au même endroit, lorsqu'il peut encore servir de point de vue.

On devra bien remarquer les points du terrain sur lesquels on dirige chaque rayon visuel, pour ne pas les confondre avec des points sans importance, et l'on fera en sorte de couper certains alignements par d'autres pouvant déterminer des angles, ni trop petits ni trop grands.

Enfin l'on choisit pour la *base de l'opération* deux points

du terrain desquels on puisse découvrir alternativement tous les sommets des angles intérieurs de la figure; on la mesure horizontalement avec le plus grand soin; car toute l'exactitude de l'opération repose sur elle : on agit de même pour chaque base, lorsque la nature du terrain oblige d'en prendre plusieurs.

AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES
DANS L'EMPLOI DE L'ÉQUERRE, DU GRAPHOMÈTRE, DE LA BOUSSOLE ET DE LA PLANCHETTE.

1° Équerre.—**176.** *Le levé de plans à l'équerre et à la chaîne* est une opération infiniment simple; ces instruments sont d'un usage continuel, par la raison que le *croquis*, déjà établi pour déterminer l'étendue superficielle du terrain, sert principalement pour en construire le plan. Malgré ces avantages, toutes les difficultés qui résultent des divers accidents du terrain, de tous les obstacles qui peuvent gêner la vue, de l'impossibilité de pouvoir mesurer les distances horizontalement, enfin de la lenteur des opérations, ont rendu nécessaire l'emploi des autres instruments;

2° Graphomètre.—**177.** *Le levé des plans au graphomètre* est très-facile, mais il est un peu plus compliqué qu'avec l'équerre; néanmoins on devra préférer cette méthode lorsqu'il s'agira d'opérations importantes : car tous les résultats qu'elle donne seront d'autant plus rigoureux que l'on aura apporté plus de soins dans l'*évaluation des angles* et dans la *mesure des bases*;

3° Boussole.—**178.** *Le levé des plans à la boussole* est très-expéditif et facile dans les terrains embarrassés; on pourra l'employer toute les fois qu'il s'agira d'établir sur le plan certains objets d'une minime importance. Le peu d'exactitude qu'on obtient dans la détermination des angles devra faire rejeter cet instrument lorsqu'il s'agira d'assigner, avec rigueur, la position des points principaux;

4° Planchette.—**179.** *Le levé à la planchette* est moins

précisque le levé par le moyen du graphomètre; néanmoins il est tellement commode qu'on en fera toujours usage toutes les fois qu'une très-grande exactitude ne sera pas rigoureuse : la facilité avec laquelle il est possible de vérifier le travail à chaque station, et la promptitude de la marche du travail, sont d'assez précieux avantages pour faire employer de préférence cette méthode, surtout lorsqu'il s'agira de déterminer, sur le plan, la position d'un nombre de points assez considérable.

Remarque. D'après tout ce qui précède il est facile de comprendre l'utilité des divers instruments dont nous venons de parler, pour la pratique des levés de plans, et quels sont les avantages et les inconvénients qui résultent souvent de leur emploi.

TRACÉ D'UNE MÉRIDIENNE.

180. Pour tracer une *méridienne*, on place la *boussole* en un point quelconque d'un terrain, jusqu'à ce que l'aiguille aimantée fasse, avec le diamètre gravé sur le fond de la boîte et parallèle à l'alidade, un angle égal à la déclinaison. Ayant obtenu cette position de l'aiguille, on détermine, au moyen de deux jalons, une ligne dans la direction du rayon visuel de l'alidade : *Cette ligne est la méridienne* du lieu où l'on opère.

Il est encore facile de déterminer la *méridienne* [1] d'un lieu de la manière suivante :

[1] Au moyen de la boussole, on peut obtenir la *méridienne* en retranchant de la graduation qui correspond à la partie nord de l'aiguille un angle égal à la déclinaison et du côté de l'*ouest* (voir 2ᵉ *renvoi*, *page* 63).

L'*angle de déclinaison* peut varier d'une année à l'autre et souvent d'un lieu à un autre dans le même temps : il est bon de savoir le déterminer.

Pour cela on trace une *méridienne* d'après l'un des procédés cités plus haut, on place la *boussole* sur cette ligne et l'on détermine l'angle fait par l'aiguille et la méridienne : cet angle exprime la déclinaison du temps et du lieu.

Sur un plan bien horizontal et immobile, on trace du même centre B (*fig.* 105) un certain nombre de circonférences concentriques, puis au centre B on élève bien perpendiculairement une aiguille ou un style AB: on marque à un certain moment (*quelques heures avant midi*) l'endroit de la plus grande circonférence où aboutit le sommet a' de l'ombre a'B projetée par le soleil, puis on choisit un autre instant (*quelques heures après midi*), où la même extrémité a'' repasse sur cette plus grande circonférence : on tire une ligne droite $a'a''$ qui joint les deux sommets, et en élevant sur le milieu o de cette ligne $a'\ a''$ une perpendiculaire NS prolongée plus ou moins, on a la méridienne du lieu; le point N correspondra au *Nord*, le point S correspond au *Sud* ou *Midi*.

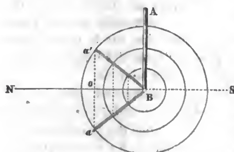


Fig. 105.

LEVÉ DE PLANS SANS INSTRUMENTS.

TRIANGULATION.

181. La *méthode de levé des plans sans instrument* est beaucoup plus longue et plus pénible que celle qui est employée avec les instruments, mais elle est infiniment avantageuse par sa simplicité extrême.

Un grand nombre d'opérations du cadastre se font uniquement avec la chaîne d'arpenteur; ceux qui n'ont aucunes notions de géométrie peuvent opérer des levés de plans sans autre guide qu'une simple routine, et les résultats qu'ils obtiennent dans leurs opérations sont suffisamment exacts pour la pratique.

Cette méthode de *levé des plans sans instruments* consiste

à déterminer sur le terrain un certain nombre de triangles, et à mesurer les trois côtés de chacun d'eux, en notant avec soin, sur le croquis, le nombre trouvé pour chaque mesure ; ensuite à construire, sur le papier, des triangles avec leurs trois côtés, d'après des longueurs proportionnelles prises sur une échelle adoptée.

Observation. Nous ne nous arrêterons pas sur la *méthode de levés des plans sans instruments,* qui est principalement employée *pour l'appréciation des grandes superficies:* nous engageons donc nos élèves à s'exercer avec les instruments relatifs à l'arpentage en général, et d'opérer sur les surfaces qui se présentent communément dans les opérations ordinaires.

Lorsque nous traiterons des principes de *trigonométrie rectiligne,* nous exposerons certaines méthodes à l'aide desquelles on pourra simplifier de beaucoup le travail et les calculs.

COPIE ET RÉDUCTION DES PLANS.

COPIE DES PLANS.

182. On nomme *copie d'un plan* la reproduction exacte et rigoureuse qu'on peut en faire au moyen de certains procédés graphiques qui vont nous occuper. Ces procédés sont au nombre de trois principaux :

1° *Méthode de calque,*
2° *Méthode de la figure,*
3° *Méthode des carrés ou treillis.*

Observations. Avant de décrire chacun de ces procédés pour copier un plan, nous allons indiquer le moyen généralement employé pour préparer ou pour assembler ensemble deux ou un plus grand nombre de feuilles de papier à dessin.

PRÉPARATION ET ASSEMBLAGE

D'UNE OU DE PLUSIEURS FEUILLES DE PAPIER A DESSIN.

183. Pour fixer une feuille de papier sur une planche à dessiner, ou sur un fort carton préparé [1], on passe d'abord une éponge humectée d'eau bien claire sur toute la surface de la feuille à dessin que l'on veut tendre, et également pour que l'eau ne se dépose pas à certains endroits; puis, lorsqu'elle est bien humectée, on la retourne sur la planche ou sur le carton et, au moyen de colle à bouche légèrement humectée entre les lèvres, on commencera par fixer les quatre milieux en passant la colle à bouche sous une largeur de 5 à 6 millimètres [2] du bord, pour en enduire à la fois le papier et la table. On ôte la règle, puis on recouvre les bords frottés de colle, avec un morceau de papier blanc; l'on tient la main gauche sur la partie du papier que l'on veut coller, de manière que l'index et le pouce de cette main comprennent cette partie du papier sur laquelle on frotte vivement avec le manche d'un canif en ivoire ou l'ongle du pouce de la main droite. On continue de coller ainsi partie par partie.

La feuille, étant fixée sur la planche par ses quatre bords, présente encore des godets ou des plis; il ne faut pas s'en inquiéter, car, à mesure que la feuille séchera, ils disparaîtront. On ne devra pas dessiner sur cette feuille,

[1] Lorsque l'on veut éviter des taches sur le revers du dessin, on place sur la planche ou sur le carton une feuille de papier blanc fixée à certains endroits au moyen de la *colle à bouche* et de manière que les bords de la feuille à dessin dépassent de 2 à 3 centimètres ceux de cette dernière, pour pouvoir être collée sur le carton ou sur la planche et non sur le papier qui doit garantir des taches.

[2] Cette largeur est déterminée au moyen d'une règle plate que l'on applique successivement sur les côtés du papier à mesure qu'on les fixe.

avant qu'elle ne soit entièrement sèche : le crayon pourrait la couper ; ensuite on ne la fera point sécher au feu, ni au soleil, ce qui la ferait décoller ou déchirer.

Lorsqu'on veut détacher la feuille sur laquelle on a terminé un dessin, on la coupe avec un canif et une règle, à cinq ou six millimètres de chacun des bords.

184. Quand on veut assembler plusieurs feuilles de papier afin de n'en former qu'une, on prend celle qui doit être dessus, on passe une règle à cinq ou six millimètres du bord qui doit être collé sur l'autre feuille, et, avec un canif, on coupe à moitié l'épaisseur du papier de manière que l'on puisse le replier avec facilité; ensuite celui qui opère place à sa droite la feuille sur la table, la coupure par-dessous ; il tient cette feuille de la main gauche, et de l'autre main il prend le bout de la petite marge pliée, et il tire dans la direction de la diagonale de haut en bas et du côté de la feuille, en déchirant et en enlevant d'un bout à l'autre le surplus de la demi-épaisseur de la feuille de papier. Lorsque certaines parties du bord de la feuille restent trop épaisses, on les enlève au moyen du grattoir ; enfin, on procédera de cette manière pour réunir un plus grand nombre de feuilles. On doit toujours mettre les feuilles de droite sur celles de gauche, afin d'éviter les ombres des coutures [1].

185. Comme il est quelquefois utile de connaître les dimensions des papiers [2] employés pour les dessins, etc., voici

[1] Chaque fois qu'on a réuni deux feuilles ensemble, en procédant comme on l'a indiqué pour fixer l'un des côtés d'une feuille sur la table, on doit s'assurer si les bords du revers des deux feuilles le sont aussi ; dans le cas contraire, on achèvera de les coller : cette seconde opération se nomme *contre-coller*.

[2] Un papier destiné pour un lavis doit être bien collé, assez épais et parfaitement uni. Le papier de Hollande est recherché pour le lavis ; il n'est pas d'un prix aussi élevé que les papiers anglais. Quant aux papiers vélins ou à la mécanique, ils ne peuvent servir que pour des croquis.

le nom et les dimensions en millimètres de ces papiers.

	largeur.	longueur.
GRAND-AIGLE.	0,975	0,665
COLOMBIER.	0,845	0,650
CHAPELET.	0,800	0,580
JÉSUS.	0,690	0,525
GRAND-RAISIN.	0,650	0,480
PETIT-RAISIN.	0,585	0,445
CARRÉ.	0,530	0,420

1° MÉTHODE DE CALQUE.

186. Pour calquer un plan, on fait usage d'un appareil nommé *calquoir;* il est formé d'un châssis incliné de 60 à 65 degrés environ, dans lequel se trouve ajusté un verre blanc ou une glace; cet appareil est accroché sur les petits bois d'une fenêtre bien éclairée du dehors

Le plan étant fixé sous le papier à dessiner, par les quatre angles et le milieu des côtés, au moyen d'épingles bien fines, on le placera sur le *calquoir*, et on le maintiendra sur cet appareil par plusieurs épingles assez fortes, fichées à la fois, sur le bord du dessin et le bord supérieur en bois du calquoir. Le dessin étant ainsi maintenu, on couvre, avec un papier, une étoffe ou un carton les autres carreaux de la fenêtre, afin de ne recevoir du jour que par la vitre contre laquelle se trouve adapté le calquoir, et l'on trace au crayon tous les détails du plan que l'on veut reproduire.

Le plan étant calqué, avant de le détacher du papier on examinera si rien n'a été omis des objets qui constituent l'original, puis on enlèvera les épingles et l'on aura soin de reboucher les trous de ces épingles en mettant avec un pinceau un peu d'encollage sur le revers de la feuille et sur chaque trou et en rentrant légèrement les petites aspérités avec la pointe d'un canif, enfin l'on frottera avec l'ongle les endroits où se trouvent les trous préalablement recou-

verts par un papier propre; on aura soin de frotter avant que l'encollage[1] soit sec.

Enfin lorsque le dessin est entièrement crayonné ou terminé, on le met au trait; puis on le frotte avec un petit morceau de mie de pain rassis ou de gomme élastique, pour effacer les fausses lignes qu'on peut avoir faites.

Cette méthode de reproduction des plans est la plus simple en même temps qu'elle est aussi expéditive que commode; on la préfère lorsque le plan modèle n'a pas été collé sur une toile, ou lorsque le papier du plan n'est pas trop épais : dans l'un ou l'autre de ces derniers cas, on procède comme nous allons l'indiquer.

CALQUE D'UN PLAN AU MOYEN D'UN PAPIER TRANSPARENT.

187. On trouve dans le commerce plusieurs papiers transparents pour l'usage des calques; les plus employés sont : 1° le *papier végétal*, et 2° le *papier à la gélatine*.

1° Le *papier végétal* a toutes les dimensions du papier à dessiner; il est le meilleur que l'on puisse employer ; sa transparence est belle, Ce papier n'a pas, comme ceux qui sont huilés, le désavantage de tacher le papier ni de le jaunir; il ne possède point une odeur désagréable, et il a assez de blancheur.

Ce papier ne peut pas être mouillé, car il se dilate extrêmement sous l'influence de l'humidité, et lorsqu'il est séché, il reste ondulé ou crispé; néanmoins, lorsqu'il s'agira de calques sur papier végétal, pour lesquels on pourra se passer d'une exactitude rigoureuse, on les lavera. D'abord ce papier godera beaucoup aux endroits lavés; mais sans y avoir égard, on continuera le lavis ; on

[1] Cet encollage est une préparation dont on fait un grand usage pour les *lavis des plans* : il est formé d'*alun*, de *gomme arabique blanche* et d'*amidon* dans des proportions définies (voir *Lavis des Plans*).

fera toutes les écritures dont on aura besoin, les échelles, le cadre, etc. ; et l'on terminera enfin sur ce calque tous les autres détails du plan.

188. Pour faire disparaître les ondulations causées par le lavis, on emploiera le procédé suivant :

On établira, dans une position horizontale, une planche ou un carton d'une surface très-propre ou recouverte d'une feuille de papier blanc, mais d'une dimension un peu plus petite de quelques centimètres que le calque. On appliquera le côté du carton ou le papier blanc, et l'on fixera les bords de ce calque avec de la colle à bouche.

Lorsque les quatre côtés seront séchés, et parfaitement fixés, on passera une éponge suffisamment remplie d'eau sur la surface extérieure qui n'aura pas reçu le dessin, excepté sur les bords qui ont servi à fixer le papier, et très-légèrement aux endroits de réunion des feuilles de papier végétal, quand il aura fallu en assembler plusieurs. Le papier végétal ainsi humecté se dilatera d'abord ; mais en séchant il se contractera de nouveau, et comme cette contraction surpassera un peu la dilatation, et que le calque sera retenu par les quatre bords et le milieu de chacun des quatre côtés, les boursouflures disparaîtront totalement après quelque temps, et la surface du papier végétal deviendra très-unie : on pourra le décoller trois ou quatre heures après cette opération.

2° Le *papier à la gélatine* devra être dégraissé avant son emploi : pour cela, on passera à plusieurs reprises et en tous sens, une éponge imbibée d'eau du côté seulement sur lequel on devra dessiner , puis on le tendra immédiatement sur une planche ou un carton, en laissant à l'extérieur la partie humectée; ensuite, on collera les bords du papier. Le papier, étant ainsi collé sans être sec, se tendra parfaitement dans la situation horizontale où il aura été placé; on aura soin de le laisser sécher lentement et de l'éloigner de la chaleur d'un poêle, de celle de la cheminée

ou enfin de l'action du soleil; car, dans le cas contraire, il se briserait, attendu que certaines parties mouillées sécheraient rapidement et exerceraient une forte tension sur les parties les plus mouillées qui ne pourraient que sécher les dernières, et dans lesquelles la rupture aurait infailliblement lieu. Au bout de quelques heures le papier entièrement sec pouvant être employé, on le décollera.

Si l'on ne tendait pas le papier à la gélatine, il ne serait pas assez uni pour les calques et il présenterait de petites ondulations. Lorsqu'une feuille de papier ne suffit pas, il faut en réunir plusieurs, afin de déterminer une surface égale au dessin original que l'on veut décalquer.

189. Le *papier à la gélatine* peut recevoir diverses teintes de lavis; on le fixe ordinairement sur le plan que l'on veut reproduire au moyen de petites épingles ou avec de la colle à bouche.

Lorsqu'on fera quelques taches, soit d'encre, soit de couleur, on les enlèvera facilement au moyen d'un pinceau, ou d'une éponge mouillée : on aura soin de les enlever de suite, car, si on les laissait sécher cela deviendrait beaucoup plus difficile.

2° MÉTHODE DE LA PIQURE.

190. Lorsqu'on veut *piquer un plan*, on le place sur la feuille de papier qui doit le recevoir en l'étendant avec soin, puis on fixe ces deux feuilles sur un carton uni, soit avec de la colle à bouche, soit avec des clous punaises, pour l'empêcher de se déranger; ensuite au moyen d'une aiguille emmanchée nommée *piquoir*, ou une aiguille dont la tête est formée avec de la cire à cacheter, on pique toutes les *extrémités des lignes droites*, les *sinuosités des courbes*, et enfin, *tout ce qui peut faciliter le tracé des détails du plan.*

Les points des sinuosités des courbes (rivières, chemins, etc.) sont assez rapprochés pour reproduire ces courbes aussi exactement que possible.

Il faut avoir soin, pour faire convenablement ce travail, de poser le piquoir bien perpendiculairement, de ne pas piquer plusieurs fois au même endroit, et d'éviter d'omettre des points nécessaires à la direction des lignes. Le plan étant convenablement piqué, on l'ôte de dessus la feuille de papier, et l'on trace au crayon ou à l'encre de Chine toutes les lignes déterminées par les points établis sur la feuille de papier : dans ce cas, il est rigoureusement utile d'avoir sous les yeux le dessin original du plan, afin de reconnaître la liaison des points entre eux.

Autant que possible, il faut éviter de multiplier les trous pour pouvoir plus facilement tracer les lignes à l'encre. On tracera les lignes du plan au moyen d'un *tire-lignes*, de *règles* bien droites ou de règles qui déterminent les courbes et auxquelles on donne le nom de *règles de raccords ou pistolets*.

191. Lorsqu'on a besoin de plusieurs copies on pique plusieurs feuilles sous le plan, mais on ne doit pas en préparer ainsi plus de trois à la fois. On a soin de bien fixer les feuilles destinées à être piquées sous le dessin original, et dans ce cas on prend un piquoir bien fin, pour que les points faits sur le plan ne soient pas trop gros ; néanmoins on devra appuyer suffisamment pour que les points qui devront être produits sur la feuille la plus éloignée de l'original soient suffisamment visibles pour former le travail subséquent.

3° MÉTHODE DES CARRÉS OU TREILLIS.

192. Pour copier le plan représenté par la fig. 106, on le renferme dans un rectangle ABCD, puis on divise le côté AC, en autant de parties égales qu'on le juge convenable (*suivant le plus ou moins grand nombre de détails qu'on doit rapporter*), en huit parties, par exemple; on divise le côté CD en six parties; puis, par les points de division de la ligne

AC, on tire légèrement, au crayon, des horizontales paral-

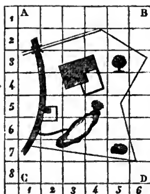


Fig. 106.

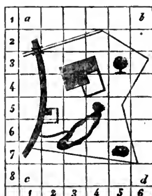


Fig. 107.

lèlement au côté CD ; par les points de la ligne CD, on tire des verticales parallèles au côté AC : on détermine par conséquent des carreaux qu'on peut numéroter si on le juge convenable, afin de se guider dans l'opération. Ayant obtenu cette préparation sur le plan, on trace un rectangle *abcd* (fig. 107) sur le papier qui doit recevoir la copie du plan, et on divise ce rectangle en autant de carrés égaux qu'il y en a sur le plan. Au moyen d'un compas, on prend toutes les dimensions des détails sur le plan, et on les reporte dans les carrés respectifs de la copie, dans les mêmes conditions, relativement aux côtés de chaque petit carré que dans ceux du plan.

Certains détails peuvent se dessiner à vue, en ayant soin d'observer sur le plan si telle partie du détail sort d'un carré, en coupant la ligne de droite, de gauche, du haut ou du bas (au tiers, au quart, etc., de cette ligne).

Cette méthode de reproduction des plans devient fort expéditive avec un peu d'exercice : cependant elle n'est pas assez rigoureuse pour avoir la préférence sur les méthodes précédentes : ses résultats ne sont donc qu'approximatifs.

193. Lorsque le plan que l'on veut copier est précieux, on peut éviter de tirer des lignes au crayon, en employant un châssis rectangulaire en fer, sur les côtés duquel on a placé parallèlement des fils de soie bien tendus, qui se coupent à angles droits, en déterminant des petits carrés. On peut encore tracer les carreaux sur un papier transparent ou sur un verre et l'appliquer sur le plan modèle : dans l'un ou l'autre cas, il faut toujours faire sur la feuille de la copie un tracé analogue au système adopté sur le plan, afin de présenter une copie, autant que possible, dans les mêmes conditions que son original. Quand un carré possède beaucoup de détails, on peut le subdiviser en petits carrés, afin d'obtenir une plus grande précision.

RÉDUCTION DES PLANS.

194. *On réduit un plan* lorqu'on le change en un autre de moindre étendue en conservant toutefois la proportion relative des détails pour obtenir une figure plus petite, mais semblable à celle qui est représentée.

C'est au moyen du rapport qui peut exister entre les carreaux ou carrés qu'on parvient à construire un plan semblable à un autre dans un rapport déterminé : il suffit d'établir convenablement ce rapport entre les carreaux du *plan original* et ceux de la *copie*. L'exactitude d'une *réduction d'un plan* dépend de la multiplicité des carreaux auxiliaires qui enveloppent ses détails et du soin qu'on a dans l'appréciation des diverses mesures prises sur les côtés des carrés.

Nous allons décrire la marche à suivre pour réduire un plan au moyen de la *méthode par l'angle de réduction*. Les élèves feront bien de s'exercer très-souvent par les *procédés graphiques* des constructions de figures, afin de se familiariser avec l'usage des instruments employés sur le papier, tels que *règles*, *équerre*, *rapporteur*, *échelles*, *compas de réduction*, etc.

ANGLE DE RÉDUCTION.

195. L'*angle de réduction* est formé par un *triangle isocèle* dont les deux côtés égaux représentent un nombre déterminé de parties de l'échelle du plan original, et le troisième côté présente le même nombre de parties de l'échelle du plan que l'on doit construire.

196. Au moyen de l'*angle de réduction*, on peut construire tous les plans, les cartes topographiques, les dessins, etc., à une dimension quelconque ; on pourra aussi remarquer que si la copie doit être plus grande que l'original, on emploiera la marche que nous allons indiquer pour la *réduction d'un plan,* mais alors l'*angle réducteur* sera plus ouvert.

Enfin, on construira toujours un angle de réduction pour chaque copie différente, en rapport avec les échelles de chacune d'elles.

CONSTRUIRE UN ANGLE DE RÉDUCTION.

197. Pour construire un angle de réduction, on trace une ligne quelconque RP (*fig.* 108) ; du point R, pris comme centre, et avec un rayon égal à 500 mètres du plan original, on décrit un arc de cercle indéterminé *mn* ; du point *m*, comme centre et avec une longueur de 500 mètres de l'échelle adoptée pour le plan réduit, on détermine un second arc de cercle qui coupe le premier au point *i* ; on trace la ligne RH passant par *i*, elle termine l'angle de

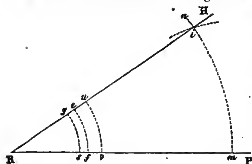


Fig. 108.

réduction PRH, dont nous allons indiquer l'usage dans l'application suivante :

Application. *Soit à réduire le plan original* ABCDEA (fig. 109), *connaissant l'échelle du modèle, représentée par* Rm, *côté de l'angle de réduction, et l'échelle de la copie réduite représentée par* mi, *autre côté du même angle.*

On détermine dans l'intérieur du plan modèle un point

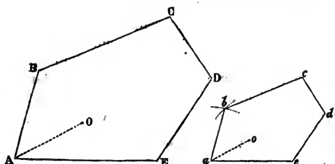


Fig. 109.

quelconque O, et l'on trace, au crayon, une droite de O en A ; sur la feuille de papier adoptée pour la copie du plan on trace, au crayon, une ligne *oa* qu'on dispose à peu près comme celle OA du modèle; sur chacun des côtés de l'angle de réduction, à partir du point R, on porte une ouverture de compas égale à OA : on détermine donc les points *e* et *f*; en tirant une ligne droite de *e* en *f*, elle sera la ligne *oa* de la copie.

Sur chacun des côtés de l'angle de réduction et du point R, on porte la distance AB, de R en *u* et de R en *v*, puis on prend la distance *ur* avec laquelle on décrit, du point *a*, comme centre sur la copie, un arc de cercle indéterminé en *b*; on porte du point R sur l'angle de réduction la distance OB du plan original, de R en *g* et de R en *s*, et

d'un rayon égal à la distance *gs* on décrit du point *o*, comme centre dans la copie, un second arc de cercle qui coupe le premier en *b* : on a alors le point *b* et le point *a* placés dans le même rapport avec le point *o*, dans la copie, que les points A et B le sont relativement au point O dans l'original.

On continuera d'opérer de la même manière, en considérant la ligne OB comme on a considéré d'abord la ligne OA, et l'on parviendra à déterminer chacun des points *c*, *d*, *e*.

Observation. Il serait facile de construire les plans au moyen du *compas de réduction* que nous avons décrit n° 119, pag. 75, ou à l'aide d'un instrument connu sous le nom de *pentographe :* toutes ces méthodes sont simples, mais elles exigent un certain travail lorsqu'il s'agit de plans présentant un grand nombre de détails, et très-souvent elles sont impraticables dans ce cas.

MANIÈRE D'ORIENTER UN PLAN.

198. *On oriente un plan* lorsqu'on trace sur ce plan la direction de l'aiguille de la boussole, afin d'indiquer la position du terrain et des diverses parties qui le constituent relativement aux quatre points cardinaux.

199. L'instrument employé *pour orienter les plans* se

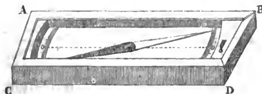


Fig. 111.

nomme *déclinatoire* ou *déclinateur* (*fig.* 111). Il se compose d'une boîte rectangulaire ABCD, de 12 à 15 centimètres de long sur 6 ou 8 centimètres de large et 20 à 25 millimètres d'épaisseur. Une aiguille aimantée se trouve renfermée

dans l'intérieur de cette boîte; la plus grande excursion de cette aiguille est de 40°.

200. *Pour orienter un plan au moyen du déclinatoire,* on place l'instrument sur le plan qu'on doit orienter et l'on fait mouvoir la boîte jusqu'à ce que l'aiguille aimantée soit parallèle au bord de cette boîte, on recouvre exactement la ligne de foi *oo'*, tracée sur le fond et parallèlement aux deux grands côtés. Cette position étant déterminée, on tire une ligne droite, au crayon, le long de la boîte et sur cette ligne on dessine une flèche dont la pointe se dirige vers le *Nord*.

ÉCRITURES DES PLANS.

201. Lorsqu'un plan est terminé, on doit écrire[1] tous les titres et toutes les indications nécessaires de manière que la disposition des écritures ne nuise pas au dessin des objets représentés ou des ombres qu'ils projettent.

L'écriture la plus convenable est celle dite *moulée;* il est très-nécessaire de s'exercer beaucoup à ce genre d'écriture pour devenir habile dans le tracé des lettres. On distingue trois sortes de caractères d'*écritures* moulées : la *capitale*, le *romain* et l'*italique;* les deux premières peuvent être droites ou penchées.

Il faut disposer les mots des titres, de manière qu'ils soient placés parallèlement à la base du plan et on doit les distribuer convenablement pour qu'ils ne soient ni trop rapprochés, ni trop éloignés les uns des autres. La grandeur de l'écriture est proportionnelle à l'échelle qu'on a adoptée pour le plan.

On doit observer que les mots en lettres capitales n'ont point de majuscules ni de points sur les *i;* quant aux

[1] Pour les écritures sur les plans, on fait usage exclusivement d'encre de Chine, parce qu'elle sèche promptement et que lorsqu'il faut laver les endroits sur lesquels on a écrit un titre, cet encre ne fait point de tache, si elle est de bonne qualité.

accents, à la ponctuation, on y a égard comme dans les autres espèces d'écritures.

Pour les *dessins-minutes*, on fait usage des écritures ordinaires : la *gothique*, la *ronde*, la *coulée* et l'*anglaise*[1].

Lorsqu'on fait usage des écritures moulées, on écrit en capitales droites :

1° les mots SECTION, — COMMUNE DE ....., — PLAN DES PROPRIÉTÉS DE ..... ;

2° On écrit en capitales inclinées les mots ***FORÊTS DE .....***, *ROUTE DE ..... A .....* (pour les routes de première classe) ;

3° Les *bourgs*, *routes de traverse*, *ruisseaux*, *bois*, etc., sont écrits en romain : ainsi on écrit **Bourg de ....**, **Route de.... à....**

4° Les *villages*, *hameaux*, *fermes*, *bois*, etc., sont écrits en italiques : on écrira donc ***Ferme de.....***, ***Bois de....***

Souvent on écrit ces derniers titres en anglaise :

Ferme de ...., Bois de ...

Dans le cadastre, la plupart des titres sont faits en lettres anglaises, excepté les lettres indicatives **A, B, C, D,** des sections.

Enfin, celui qui dessine un plan consulte son goût : il emploie des lettres ornementées, fleuronnées ; des lettres à jour, enfin tout ce qu'il juge utile pour donner au plan l'ensemble le plus agréable à l'œil.

[1] Nous repoussons de tout notre pouvoir l'écriture dite *bâtarde* : l'expérience nous a prouvé positivement qu'un élève qui veut acquérir une belle écriture anglaise, généralement adoptée aujourd'hui, ne peut obtenir qu'une anglaise lourde et mixte, s'il s'exerce en même temps pour obtenir une belle écriture bâtarde, qui à la vérité n'est pas sans mérite. Il faut donc se décider à sacrifier l'une ou l'autre de ces écritures, si l'on veut devenir habile dans un des genres.

CHAPITRE VI.

3° PARTAGE DES SUPERFICIES.

202. *Partager une surface quelconque* (régulière ou irrégulière), c'est la diviser en plusieurs parties égales ou inégales, selon des *directions* ou *certains rapports* déterminés de contenance.

203. Le partage des terrains peut avoir lieu à la suite d'un *héritage,* d'un *achat d'une propriété agricole* fait en commun avec divers particuliers. Les propriétaires devraient avoir une idée assez développée sur cette connaissance de l'*arpentage en général,* car ils peuvent tous les jours être appelés, soit pour leur propre compte, soit pour celui de leurs voisins, à assister à cette délicate et importante opération et se trouver à même, par leurs observations éclairées, de mettre d'accord les parties copartageantes.

204. Nous allons donner, dans cet ouvrage élémentaire, les principales divisions des superficies qui peuvent se présenter le plus ordinairement ; nous tâcherons d'être aussi clair que possible pour faire comprendre la marche à suivre, afin d'opérer dans les circonstances ordinaires, et préparer les élèves à une étude complète sur la *Géodésie* (*Partage des terres*). Les méthodes que nous avons adoptées permettront d'opérer avec une facilité remarquable, même dans les cas particuliers qui, jusqu'à ce jour, ont exigé de longs et pénibles calculs ou des tâtonnements capables de jeter dans des erreurs regrettables.

205. Pour diviser les terrains, on procède par deux méthodes générales :

1° *La méthode par le calcul ;*
2° *La méthode graphique.*

1° La *méthode par le calcul* consiste, après avoir évalué convenablement la surface des terres, à déterminer les dimensions inconnues par la connaissance de celles qui sont connues;

2° La *méthode graphique* a pour objet de lever le plan d'un terrain, à la plus grande échelle possible, afin d'effectuer sur ce plan toutes les opérations nécessaires pour en diviser la surface, au moyen de procédés graphiques et dans les rapports établis; puis à reporter ensuite sur le terrain, et aux endroits correspondants à ceux du plan, les dimensions déterminées à l'aide de ces procédés.

206. Les deux méthodes employées pour diviser les terres sont également admises en théorie; cependant on préfère la *méthode par le calcul,* car sur le terrain toutes les longueurs trouvées par cette méthode sont beaucoup plus exactes que celles qui proviennent des *procédés graphiques.* Néanmoins, nous emploierons, dans certaines divisions, la *méthode par le calcul*, et dans d'autres la *méthode graphique*, afin de donner l'idée de chacune d'elles. Il sera facile de remarquer que l'une de ces méthodes peut servir de preuve à l'autre, si l'on opère avec toutes les précautions nécessaires, afin de ne point commettre d'erreur.

207. L'arpenteur chargé de faire la division d'une superficie agricole, devant toujours se conformer aux conditions imposées par les personnes intéressées dans l'opération, devra constamment faire son possible pour opérer avec cette *habileté*, cette *précision rigoureuse* qui distingue l'homme capable de celui qui procède par une routine qui peut le jeter souvent dans un embarras compromettant. L'arpenteur sera surtout impartial, et il suivra ce que peut

lui dicter sa conscience lorsque se présenteront certains cas particuliers où il devra décider de la disposition la plus avantageuse dans l'intérêt des co-partageants; et si la pièce de terre aboutit d'un côté à un chemin, à une rivière, etc., il agira de manière que chacun puisse profiter de l'avantage ou du désavantage de la position.

Lorsque certains terrains sont d'une nature variable comme ceux qui sont sujets aux inondations, alors les parts *inégales en qualité* devront *différer en quantité* pour être établies en balance convenable.

Observation. Nous allons indiquer à ceux qui voudront procéder par eux-mêmes la marche la plus simple et la plus certaine pour opérer convenablement la division de quelques superficies qui se rencontrent ordinairement dans la pratique ; nous désirons présenter des procédés qui exigent moins de calculs que les procédés anciens; et depuis longtemps nous faisons usage de certaines méthodes à l'aide desquelles *on peut opérer par les calculs géométriques dans un cas quelconque*[1]. Les *instituteurs*, les *arpenteurs-géomètres* de profession qui veulent modifier leur méthode de divisions des terres, pourront tirer un grand profit de nos *méthodes nouvelles*. Nous les engageons néanmoins à étudier les principes de Trigonométrie rectiligne qui peuvent leur être souvent d'une très-grande utilité.

DIVISION DES TRIANGLES.

Observation. — Il arrive souvent que dans un triangle

[1] Par nos recherches, nous avons été conduit à démontrer que la division des terrains ne présente pas plus de difficultés que l'arpentage des superficies ou le levé des plans. En effet, dans l'arpentage on compose un résultat par la connaissance des éléments qui concourent à sa détermination, tels que *bases, hauteurs*. Dans la division des terres, connaissant une superficie quelconque, et certains éléments qui ont concouru à la former, on la décompose en parties égales ou inégales à l'aide des données connues et de celles qu'on peut déterminer.

que l'on doit partager en un certain nombre de parties égales ou inégales, il existe un *puits*, une *servitude quelconque*, etc., auxquels les co-portageants veulent pouvoir aborder par leur division respective; dans ce cas, nous allons indiquer le procédé à suivre afin de diviser un terrain triangulaire ainsi modifié : le problème suivant peut servir de guide dans cette circonstance.

1er problème. *On propose de partager le terrain* ABC (fig. 112), *de forme triangulaire, en deux parties, égales de manière que chaque co-partageant puisse, par sa portion, avoir accès au point* B *où se trouve situé un puits*.

Solution. — On mesure la ligne AC, considérée comme *base* du triangle ABC, ce qui donne 4 décamètres 4 mètres; on prend la moitié de 4,4 et l'on a 2 décamètres 2 mètres que l'on porte de C en D; on détermine le point D par lequel on tire la ligne de division BD.

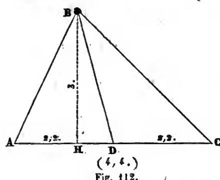


Fig. 112.

Le triangle ABC est partagé en deux triangles égaux ABD et DBC : en effet, ces triangles ont deux *bases égales*, puisque nous avons fait AD=DC; ils ont la *même hauteur* BH. Donc ces deux triangles sont équivalents ou égaux en surface.

Le triangle ABC, ayant pour *base* AC=4,4,
pour *hauteur* BH=2,5,

aura pour *surface* $\frac{4{,}4\times 2{,}5}{2}=5$ ares 50 centiares.

Or, l'un des triangles ABD ou DBC étant la moitié de la

surface du triangle ABC, sera égal à $\frac{5,50}{2}$ ou à 2 ares 75, pour la portion de chaque co-partageant.

En divisant la superficie 2 ares 75 par la moitié de la hauteur ou $\frac{2,5}{2} = 1,25$, le quotient 2 décamètres 2 exprimerait aussi la longueur de la *base* de chacun des triangles résultant de la division du terrain ABC en deux parties égales.

Maintenant, si nous faisons l'application, pour cet exemple, des deux méthodes dont nous avons parlé plus haut, nous verrons :

1° Qu'en employant la *méthode graphique*, nous lèverons le plan du terrain ABC, en le construisant sur le papier d'après une échelle déterminée pour obtenir les dimensions des *bases* au moyen de cette échelle ;

2° Qu'en procédant avec la *méthode par le calcul*, on évalue d'abord la surface du terrain ABC, puis on opère les divisions par des quantités numériques afin de déterminer les dimensions, soit de la *base*, soit de la *hauteur*, suivant que l'une ou l'autre de ces dimensions se trouve connue.

Un raisonnement tout à fait analogue au précédent peut prouver qu'on peut diviser un terrain de forme triangulaire en autant de parties égales qu'on le désire, et de manière que chaque portion ait le sommet placé au même point, en partageant la *base* en autant de parties égales qu'on désire de portions, et en menant par chaque division de cette base des lignes droites aboutissant au sommet commun.

Remarque. — Pour partager un triangle en parties inégales, mais multiples les unes des autres, on réduirait chaque partie à la même dénomination, c'est-à-dire que l'on considérerait la plus petite comme l'unité et les autres comme des multiples de l'unité, pour agir ensuite de la même manière que dans le problème suivant.

2e problème. *On propose de diviser un terrain* ACB (fig. 113), *en deux parties, de manière que l'une soit le double de l'autre.*

Solution. — Il faut considérer la première partie comme étant une unité de mesure ; l'autre partie en contiendra par conséquent deux : alors la surface totale du terrain ACB pourra être préparée comme pour la division en trois parties égales. On

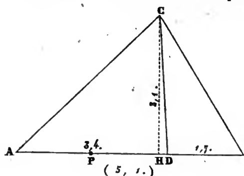


Fig. 113.

mesurera donc la *base* AB et l'on aura 5 décamètres 1 ; le tiers de 5,1 = 1,7 que l'on portera de A en P, et de P en D. En tirant la ligne CD, le triangle ACB sera divisé en deux parties BCD et DCA comme 1 est à 2.

En effet, dans ces deux triangles la *hauteur* CH est commune et les *bases* de chacun d'eux sont entre elles comme 1 est à 2 : donc les deux surfaces seront entre elles dans le même rapport.

3e problème. *Une portion de terre* ACB (fig. 114), *située sur une voie publique, est achetée par trois personnes; on propose de la diviser en trois parties égales de manière que chacune d'elles aboutisse sur le côté* AC *qu'elles doivent partager en trois parties égales* Am, mn, nC, *sur chacune desquelles on veut faire bâtir une maison. Quelle marche doit-on suivre pour opérer cette division ?*

Solution. — Ce problème est facile à résoudre, en raisonnant comme nous l'avons fait pour le *problème* 1er. On

partage le côté AC en trois parties égales, et de chacun

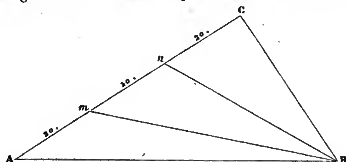


Fig. 114.

des points déterminés m et n, on tire les lignes de séparation mB et nB aboutissant au même point B.

Observation. — On emploie particulièrement ce procédé de division lorsqu'il s'agit de partager en parties égales un terrain de forme triangulaire situé dans une ville ; car chacun des héritiers ou des acquéreurs peut avoir l'intention de faire bâtir une propriété ; ensuite la partie du terrain sur laquelle on veut bâtir a plus de valeur près de la voie publique que celle qui s'en éloigne : il faut que chaque copartageant profite de cet avantage.

4e problème. *On veut diviser un triangle* ACB *en trois portions égales par deux lignes partant des angles* A *et* C (fig. 115).

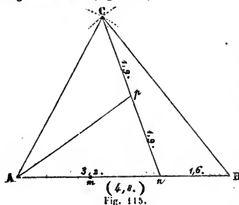


Fig. 115.

Solution. Comme pour le problème 2e, on divise la *base* AB en trois parties égales, et par le point n on tire la ligne nC qui détermine le triangle nCB ; ce triangle est égal au tiers de la surface totale ACB ou à la

8.

moitié de la surface ACn. On partage ensuite le triangle ACn en deux parties égales en tirant du point p, milieu du côté Cn, la ligne pA : alors la surface totale ACB est divisée en trois parties égales ainsi qu'on peut facilement le remarquer.

5e **problème.** *Deux héritiers doivent se partager en parties égales un jardin d'une forme triangulaire* ACB (fig. 116), *ayant* 11 *ares* 18 *centiares. Ce partage doit être fait de manière que chaque partie du terrain aboutisse à une maison qui a été préalablement séparée en deux habitations : quelle est la marche à suivre pour opérer cette division?*

Solution. — La surface totale du jardin ACB étant de

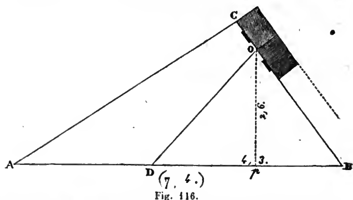


Fig. 116.

11 ares 18 centiares, chaque portion des héritiers égalera $\frac{11,18}{2}$ ou 5 ares 59 centiares. Le point donné O qui est déterminé sur le milieu de la façade de la maison peut être considéré comme un sommet duquel on peut abaisser une perpendiculaire Op sur le côté AB [1], qu'on a déjà con-

[1] On doit abaisser la *perpendiculaire* sur celui des deux côtés qui est le plus long, afin de déterminer d'abord la *base* entière d'un

sidéré comme la base de la figure. En mesurant cette perpendiculaire, considérée comme hauteur, on trouve 2 décamètres 6 (ou 26 mètres). Alors connaissant la *surface* 5,59 d'une des parts et une *hauteur*, il est facile de déterminer la *base* en divisant la surface d'une portion par la moitié de la perpendiculaire abaissée du point où doivent aboutir les deux parties égales de l'héritage; le quotient exprime la longueur de cette *base*.

Ainsi 5 ares 59 centiares étant la surface d'une des portions de l'héritage, on divisera 5,59 par la moitié de la hauteur 2,6 ou $\frac{2,6}{2} = 1,3$, ce qui donne $\frac{5,59}{1,3} = 4,3$ pour la longueur de la *base*, qui doit être prise à partir du point B ; on porte sur la ligne BA une longueur de 4,3 de B en D, et l'on tire la ligne de séparation DO.

Observation. Quand on devra partager une surface triangulaire en plusieurs parties inégales et incommensurables, aboutissant au même point, on procédera comme dans le problème suivant, en se rappelant toutefois que *pour déterminer la base d'un triangle, dont on connaît la* SURFACE *et la* HAUTEUR, *il faut diviser cette surface par la moitié de cette hauteur.*

6e problème. *Un terrain* ACB (fig. 117) *de forme triangulaire contenant* 11 *ares* 40 *centiares doit être partagé en trois parties inégales : la première doit contenir* 4 *ares* 37 ; *la seconde,* 2 *ares* 80 ; *la troisième,* 3 *ares* 23 : *quelle marche doit-on suivre pour effectuer ce partage, sachant que la hauteur commune est de* 3 *décamètres* 8 *mètres.*

Solution. La première portion, ayant 4 ares 37 pour surface et 3 décamètres 8 mètres pour hauteur, aura

triangle, qui, en général, sera la figure de la première portion obtenue par cette méthode.

pour *base*, d'après ce qui a été dit plus haut, 4,37 divisé

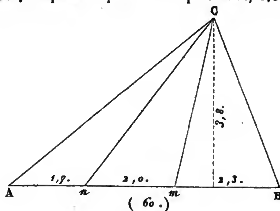


Fig. 117.

par $\frac{3{,}8}{2}$ ce qui donne 2 décamètres 3 mètres; on porte cette longueur de B en *m*, et l'on tire la ligne *m*C pour terminer le triangle.

La seconde portion, ayant 3 ares 80 centiares, aura pour *base* $\frac{3{,}80}{1{,}9} = 2$ décamètres : on porte 2 décamètres de *m* en *n*, et l'on tire la ligne *n*C.

La troisième portion, ayant 3 ares 23 centiares, aura pour *base* $\frac{3{,}23}{1{,}9} = 1$ décamètre 7 mètres.

7e problème. *Un triangle* ACB (fig. 118) *étant donné, on propose de le partager en deux parties égales au moyen d'une ligne parallèle au côté* AB.

Solution. On peut obtenir un triangle égal en superficie à la moitié d'un autre, en déterminant une moyenne proportionnelle (voir n° 97, page 45) entre le côté AC et la moitié de ce côté. Cette moyenne proportionnelle sera le côté du triangle demandé.

En cherchant une moyenne proportionelle entre l'autre

côté CB et sa moitié, on aura le second côté du triangle

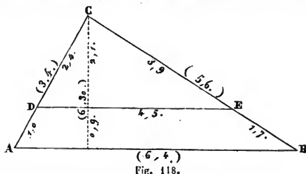


Fig. 118.

cherché; mais on s'évite cette seconde opération, en déterminant, à partir du point D, une parallèle au côté AB.

Après avoir mesuré AC on trouve 3 décamètres 4 ; le côté CB égale 5 décamètres 6.

On obtient la moyenne proportionnelle ou le côté CD du triangle DCE en faisant

$$CD = \sqrt{AC \times \tfrac{1}{2}\,AC} = \sqrt{3{,}4 \times 1{,}7}$$

ou $\sqrt{5{,}78}$, c'est-à-dire la racine carrée de 5,78.

On a donc 2 décamètres 4 [1] (à moins d'un mètre près) pour la longueur CD.

En opérant de la même manière pour le côté CB, on trouverait 3 décamètres 9 pour le côté CE du triangle demandé.

PROCÉDÉS GRAPHIQUES POUR LA DIVISION DES TRIANGLES.

Observation. La division des triangles en parties égales, au moyen de lignes parallèles à un côté, exigeant certains calculs que les élèves ne comprendraient pas encore convenablement, nous traiterons alors de ces divisions au

[1] On peut pousser l'approximation jusqu'aux centimètres, nous arrêtons au mètre pour exemple seulement.

moyen de procédés graphiques, qui donnent des résultats suffisamment exacts.

8e problème. *On propose de partager le triangle* ACB (fig. 119) *en deux parties égales par une ligne de division parallèle au côté* AB.

Solution. Cette opération graphique dépend de la mé-

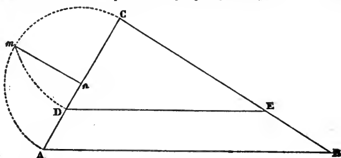


Fig. 119.

thode que nous avons employée pour diviser le triangle ABC, problème 7e :

Reprenant ce triangle, pour le partager en deux portions égales, on divise le côté AC en deux parties A*n* et *n*C; du point *n* comme centre, avec une ouverture de compas égale à *n*C ou à *n*A, on décrit une demi-circonférence C*m*A; on élève la perpendiculaire *n m* ; d'un rayon C*m* on décrit l'arc de cercle *m*D ; enfin du point D on tire la parallèle DE à la base AB; elle est la ligne de division demandée.

Cette préparation étant terminée, il n'y a plus qu'à déterminer, avec une échelle, la largeur des côtés AD, DC, CE, EB, et celle des lignes DE et AB pour les reporter sur le terrain.

9e problème. *Une pièce de terre présente la forme triangulaire* ACB (fig. 120); *on propose de la partager en trois parties égales par deux lignes parallèles à la base* AB.

Solution. Pour opérer cette division, on lèvera le

plan du terrain au moyen des procédés que nous avons

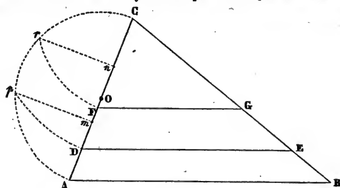


Fig. 120.

donnés plus haut, puis on partagera le côté AC en trois parties égales A*m*, *mn*, *n*C ; on décrira du point O, milieu de la ligne AC, une demi-circonférence A*pr*C, et aux points *m*, *n*, on élèvera les perpendiculaires *mp*, *nr*; du point C, comme centre, on décrira les arcs de cercles *r*F, *p*D, et l'on mènera parallèles à la base AB les lignes DE, FG, qui représenteront les lignes de séparation du partage demandé.

Observation. Pour diviser un triangle dans les mêmes conditions en 5, 6, 7, etc., parties égales, on procédera absolument de la même manière, c'est-à-dire que l'on partagera toujours un côté en 5, 6, 7 parties égales en décrivant les arcs de cercles d'un même point, à partir de l'extrémité (des perpendiculaires) qui touche la demi-circonférence, pour obtenir sur la ligne partagée les points de divisions d'où partent les parallèles à la base.

10e problème. *Une pièce de terre* ABC (fig. 121) *contenant* 11 *ares* 47 *centiares, doit être partagée en trois parties inégales : la première, qui contient* 4 *ares* 37, *doit aboutir sur le côté* AB *de* A *en* m ; *la seconde, contenant* 2 *ares* 91, *doit aboutir de* m *en* n ; *enfin, la*

troisième, qui contient 4 ares 19, devra aboutir de n *en* B : *quelle marche doit-on suivre pour opérer cette division?*

Solution. Du point m on abaisse une perpendiculaire

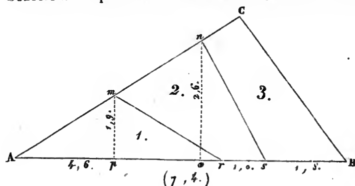


Fig. 121.

mp, qui est la hauteur du triangle formant la première partie. La surface de cette partie étant 4 ares 37 centiares et la hauteur $m\,p$, ayant 1,9, on aura la *base* en divisant 4,37 par la moitié de 1,9 ou $\frac{4,37}{0,95}=4,6$: ainsi la *base* devant avoir 4 décamètres 6, on porte cette distance de A en r, et l'on trace la ligne mr, qui est un des côtés de la première partie.

La seconde partie se détermine en faisant la somme de sa surface ou 2 ares 91 avec celle de la première ou 4,37, ce qui donne 7 ares 28, et en procédant comme pour la première partie, afin de déterminer la *base*.

Ainsi l'on divisera 7,28 par la moitié de la hauteur no ou $\frac{7,28}{1,3}=5,6$; en portant 5 décamètres 6 sur la *base* AC, on déterminera le point s duquel on tire la ligne su, qui est le côté de la seconde partie.

En retranchant de 5,6 la longueur 4,6 de la première partie, le reste, 10 mètres, exprime la distance $r\,s$.

Enfin, si l'on tient à déterminer la distance *s*B, par le calcul, pour la troisième partie, on divisera 11,47 (surface totale du triangle ABC) par la moitié de 3,1 (hauteur du triangle ABC ou $\frac{11,47}{1,55}$; le quotient 7 décamètres 4 mètres exprime la longueur de la *base* AB. En retranchant de 7,4 la longueur des portions A*r* et *rs*, ou (4,6 + 1,0) = 5,6, le nombre obtenu 1,8 indique la longueur *s*B.

DIVISION DES QUADRILATÈRES.

Observation. Nous nous dispenserons de donner des exemples sur les procédés relatifs à la division d'un *carré*, d'un *rectangle* et d'un *parallélogramme*; ces divisions sont excessivement simples, car il suffit de diviser convenablement les *hauteurs* ou les *bases*, et de mener des parallèles.

Trapèze. Un trapèze se divise en deux parties égales en prenant la moitié des deux bases parallèles et en joignant les points par une ligne droite.

11e problème. *Soit à partager le trapèze* ABCD (fig. 122) *en deux parties égales.*

Solution. En mesurant la base AB, on trouve 4 décamètres 8; la base CD étant mesurée donne 2 décamètres 6; or, si nous prenons la moitié de 4,8 de la base AB, nous avons 2,4; portant une longueur de 2,4 sur la base AB, nous déterminerons le point *m*. En procédant de

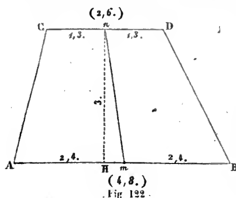


Fig 122.

la même manière sur la base CD, nous déterminerons sur cette base le point n; joignant mn, nous divisons le trapèze ABCD en deux autres petits trapèzes égaux entre eux.

En effet, les deux trapèzes $AmnD$ et $BmnC$ sont égaux, ayant la même hauteur Hn et des bases égales, car

$$Dn = nC$$
$$\text{et } Am = mB.$$

La surface du *trapèze* ABCD étant de 22 ares 20 centiares, l'un quelconque $AmnD$ des deux trapèzes aura $\frac{22,20}{2}$ ou 11 ares 10 centiares pour surface.

D'après ce qui précède, on conclura *que pour partager un* TRAPÈZE *en un nombre quelconque de parties égales, il suffit de diviser chacune des* bases *parallèles en autant de parties qu'on désire avoir de portions, et de mener des lignes droites entre les points correspondants.*

12e problème. *Une pièce de terre* ABCDEFA (fig. 123), *contenant* 20 *ares, doit être partagée en parties égales, entre quatre héritiers, de manière que chacune d'elles aboutisse à un puits situé en* O : *quel procédé doit-on suivre pour opérer cette division ?*

SOLUTION. La surface totale de cette pièce étant de 20 ares, chaque co-partageant en aura $\frac{20}{4}$ ou 5 ares.

Commençant l'opération arbitrairement en partant du triangle AOB, nous mesurons ce triangle et nous trouvons qu'il contient 2 ares 52 : il faut donc ajouter à cette surface un petit triangle contenant 2 ares 48, afin de compléter la portion entière ou 5 ares. Connaissant la surface d'un triangle ou 2,48, nous pouvons facilement en déterminer la *base* en abaissant du point O la perpendiculaire Op,

qui, étant mesurée, donne 1,6. Pour déterminer la *base*

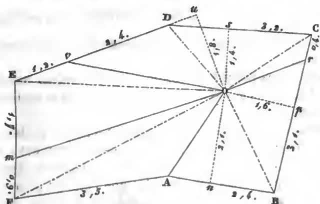


Fig. 123.

de ce triangle, dont deux parties sont connues, nous divisons 2,48 par la moitié de 1,6, ce qui donne $\frac{2{,}48}{0{,}8}=3{,}1$; nous portons 3 décamètres 1 de B en *r*. La première partie sera par conséquent représentée par le polygone AO*r*BA.

La seconde partie comprendra d'abord le triangle *r*OC; pour en avoir la surface, nous mesurons la *base* *r*C ; elle égale 0,4; nous connaissons la *hauteur* 1,6, nous aurons donc pour la surface de ce triangle $\frac{1{,}6\times04}{2}=0{,}64$, c'est-à-dire 64 centiares. Il manque donc 4 ares 36 à cette portion pour qu'elle soit équivalente à 5 ares; nous mesurons alors le triangle COD ; il égale $\frac{1{,}4\times32}{2}=2{,}24$; or, nous avons déjà comme parties constituantes de cette portion *r*OC+COD ou (0,64+2,24) = 2,88 ; en retranchant 2,88 de 5 ares, nous voyons qu'il manque 2 ares 16 pour que la seconde portion soit complète.

Nous devons donc prendre un petit triangle de 2,16 dans le triangle DOE : pour en obtenir la *base*, nous mesurons la perpendiculaire O*u*, elle égale 1,8; nous divisons la

surface de ce triangle ou 2,16 par la moitié de 1,8, ce qui donne $\frac{2,16}{0,9} = 2,4$ pour la *base* demandée ; nous portons 2 décamètres 4 de D en v, et nous obtenons la seconde portion ou rOvDCr.

Enfin, nous procédons absolument de la même manière pour déterminer la troisième portion vOmEv et la quatrième mOAFm.

Observation. Nous ne donnons pas d'autres problèmes sur la division des superficies agricoles ; notre but a été, pour cette partie importante de l'arpentage, de donner une idée à nos élèves des procédés que l'on suit pour partager les terres, et de les préparer ainsi à des études plus sérieuses. Il serait *excessivement avantageux* que les élèves pussent avoir des *notions d'algèbre*, afin d'être facilement initiés aux formules établies dans les développements d'une leçon de *Géodésie* (partage des terres). Les maîtres feront donc bien de développer l'intelligence de leurs élèves au moyen des *principes algébriques*, qui peuvent s'acquérir aujourd'hui plus facilement que les *principes numériques* : les résultats qu'ils obtiendront, à la suite de cette étude, seront d'autant plus intéressants qu'ils mettront l'élève en état de résoudre une foule de questions dont la solution *offre de grandes difficultés* avec la seule connaissance des principes relatifs aux quantités numériques.

CHAPITRE VII.

4° LAVIS DES PLANS.

207 *bis*. *Laver un plan* c'est déterminer au moyen de *teintes* et de *signes conventionnels*, toutes les diverses espèces de terrains ou de cultures, ainsi que le caractère distinctif des détails constituants de l'objet représenté.

208. Afin de pouvoir reproduire convenablement toutes les parties d'un terrain, il ne suffit pas de connaître les procédés pour mesurer les lignes et les angles des surfaces, il faut encore pouvoir dessiner avec facilité la *forme* et les *contours des terrains*; en reproduire tous les *détails*, tels que les *arbres* placés sur le bord d'une rivière ou d'un chemin, suivant la nature particulière de chacun d'eux; —un *buisson*, une *haie*, une *fermeture* en bois, en pierre, etc.;—les *fossés*, les divers tracés des *routes*, des *chemins*, des *canaux*,, des *aqueducs*; —les *cours d'eau*, les *ponts* en bois, en pierre, etc.; — les *montagnes*, les *rochers*; — les *signes* placés sur la terre, tels que les *moulins*, les *télégraphes*, les *constructions quelconques*;—les signes placés dans la mer comme les *pêcheries*, les *récifs*, les *barrages*, etc.; enfin, on doit s'exercer, avec le plus grand soin, à dessiner tout ce qui peut concourir à la représentation complète des terrains, suivant leur nature, en conservant aux détails leur position respective d'après une échelle déterminée, établie par rapport à l'étendue de la surface à représenter, et du papier qui doit la recevoir.

209. Nous allons développer tous les procédés employés pour *dessiner* et *laver un plan;* nous donnerons les moyens adoptés afin de *représenter les diverses cultures* par des *teintes* et des *signes conventionnels* que l'on modifiera suivant l'usage qu'on devra faire du plan représentatif d'une surface quelconque.

210. Pour procéder avec ordre, nous diviserons ce chapitre en deux parties : dans la première, nous traiterons de la *mise au trait des plans ;* dans la seconde, nous nous occuperons du *lavis des diverses cultures*, c'est-à-dire des teintes adoptées pour les faire distinguer les unes des autres. Dans l'une ou l'autre partie, nous commencerons par décrire les instruments ou les objets dont on fait usage tels que *crayons*, *pinceaux*, *couleurs*, *plumes*, *tire-lignes*, etc. etc.

1° MISE AU TRAIT.

211. Pour mettre un dessin au trait, on emploie *certain papier*, *divers crayons*, de la *gomme élastique*, des *plumes*, des *tire-lignes*, de l'*encre de chine*, des *règles*, des *équerres*, un *double-décimètre*, etc.

1° Des papiers. — **212.** On emploie communément, pour le dessin au trait ou au lavis, le papier de *Hollande;* il a différentes dimensions et peut très-avantageusement remplacer les papiers anglais, qui sont d'un prix très-élevé.

213. Pour les dessins au trait, on doit choisir les feuilles qui présentent un grain serré et uniforme, et d'une pâte parfaitement homogène (*ce que l'on peut apprécier en regardant le jour à travers*). Lorsqu'il s'agit de dessin à laver, on choisit les feuilles un peu plus fortes, et parfaitement encollées.

Avant de laver un plan, on doit fixer la feuille de papier sur un fort carton ou sur une planchette à dessin d'après le procédé que nous avons indiqué (n° 183).

214. Il peut arriver que le papier dont on a fait provision ne soit pas assez encollé, ce que l'on peut facilement reconnaître lorsqu'il *happe la couleur* et empêche les teintes de conserver une belle vivacité; dans ce cas, il faut procéder à un nouvel encollage, en employant le procédé que nous décrivons plus loin. Voici la recette de l'encollage que l'on peut préparer au besoin.

DE L'ENCOLLAGE DES PAPIERS.

215. Pour faire l'*encollage*, on prend 22 parties[1] d'*eau*, une partie d'*alun* et une d'*amidon*[2]; puis, on fait chauffer l'eau pour la faire bouillir; dans cette eau, on met la partie d'*alun* et celle d'*amidon*, après les avoir réduites chacune en poudre; on remue le mélange au moyen d'un petit morceau de bois jusqu'à la plus complète dissolution des parties mélangées : on obtient un liquide que l'on passe dans un linge assez fort ou dans un morceau de flanêlle, que l'on tord en en réunissant les extrémités pour faire passer tout l'encollage et retenir les grumeaux qui n'ont pas été dissous. Cet encollage étant refroidi pourra être mis dans une bouteille, et être conservé pendant longtemps.

EMPLOI DE L'ENCOLLAGE.

216. L'encollage s'étend sur le papier en couches abondantes, au moyen d'un pinceau, d'une éponge ou mieux, s'il est possible, en trempant la feuille entière dans l'encollage.

[1] On emploie l'unité de volume pour point de comparaison : ainsi lorsqu'on dit une partie, cinq ou huit parties, on comprend une, cinq ou huit fois la capacité d'un vase quelconque choisi pour mesure.

[2] L'*amidon* pourrait être remplacé par une quantité égale de *gomme arabique* bien blanche, mais l'emploi de l'*amidon* (ou, à son défaut, de la belle farine) est préférable.

217. Pour réparer, dans un dessin, certains endroits qu'on a grattés, et sur lesquels on devra encore dessiner, après avoir frotté le dessin à la gomme élastique on étendra l'encollage avec un pinceau, dans tous les sens, sur les parties grattées, jusqu'à ce qu'elles en soient complétement imbibées; le papier étant presque sec, on couvrira successivement chaque partie encollée avec un papier blanc que l'on maintiendra avec les doigts de la main gauche, et l'on frottera vivement sur le papier à l'endroit correspondant à la partie encollée, au moyen de l'ongle du pouce de la main droite ou du manche d'un canif ou d'un grattoir. La chaleur développée par le frottement achèvera de faire sécher le papier, tout en faisant disparaître l'épiderme endommagé de la surface. Il est nécessaire de laisser passer 5 ou 6 heures d'un temps assez sec, et plus dans le cas contraire, avant de continuer le dessin sur la partie réparée.

Eau d'alun. On peut encore faire usage de l'*eau d'alun* pour les papiers d'une qualité médiocre que l'on destine au lavis. Cette dissolution se fait en mettant dissoudre une partie d'*alun pulvérisé* dans 64 parties d'*eau* que l'on fera chauffer pour hâter la dissolution.

Au moyen d'une éponge, on étendra de cette eau sur le papier et du côté choisi pour dessiner; on pourra tendre la feuille sur le carton ou sur la planchette. Si le papier ne doit pas être tendu, quoiqu'il soit boursouflé par l'eau d'alun[1], il reviendra néanmoins dans son état primitif, après l'avoir laissé reposer vingt-quatre heures avant de dessiner.

Observation. La propreté est une chose rigoureusement nécessaire pour conserver à un dessin toute la netteté et tout le brillant dont il est susceptible. On peut facile-

[1] L'*eau d'alun*, en pénétrant dans les pores du papier, l'empêche d'être spongieux et de former des taches; l'encollage donne du corps au papier dans le cas où il serait mal collé et empêche la couleur de le traverser.

ment remarquer qu'*un plan parfaitement dessiné* ne produit que peu d'effet, lorsqu'il est terni par le frottement des mains ou par la poussière incrustée dans les pores du papier; tandis qu'*un plan médiocrement dessiné*, qu'on a préservé, pendant son exécution, de toute cause capable de l'altérer, produit un effet plus agréable tout en fixant l'attention.

PRÉCAUTIONS A OBSERVER PENDANT L'EXÉCUTION DU DESSIN D'UN PLAN.

218. Lorsque l'exécution d'un dessin peut durer quelque temps, ou lorsqu'elle est interrompue, si on veut conserver à ce dessin toute la fraîcheur qui lui est nécessaire, on le place dans une *chemise;* cette *chemise* est une enveloppe formée de plusieurs feuilles réunies d'un papier commun, recouvrant à la fois le revers et les *marges* du dessin; on fixe, au moyen de la colle à bouche, le rabattement des parties qui couvrent les marges, et l'on évite que la colle touche le dessin à certains endroits[1].

Quand un dessin est collé par ses bords sur un carton ou sur une planche, on fait usage, le plus ordinairement, de quatre bandes de papier commun assez larges pour couvrir les marges du dessin ; ces bandes de papier doivent être plus longues que les côtés du dessin, et fixées par chaque extrémité en dehors de l'étendue de la feuille du plan.

Enfin, en travaillant, on emploie plusieurs feuilles de papier destinées à couvrir l'endroit du dessin sur lequel on ne dessine pas ; ces feuilles de papier se nomment *garde-mains*.

2° Des crayons. — **219.** Les *crayons* employés pour les esquisses des dessins doivent être assez tendres pour

[1] S'il arrivait que la colle à bouche touchât le papier, on enlèverait les taches qu'elle formerait avec un peu d'eau tiède.

qu'on puisse facilement enlever les faux traits au moyen de la gomme élastique; on en distingue de quatre sortes. Les *crayons-lignes*, marqués n° 4; ce sont ceux desquels on fait usage lorsqu'on veut obtenir des traits excessivement fins; ils sont passablement durs. Les crayons marqués n° 3, qui sont moins durs que le n° 4, et meilleurs pour dessiner les croquis dans lesquels les contours doivent être assez fermes et purs. Les crayons marqués n° 2, qu'on emploie le plus souvent; mais comme ils sont trop tendres, ils donnent des traits trop fortement accusés. Enfin, les crayons n° 1, qui sont excessivement tendres; ils ne sont employés que pour le crayonnage des dessins de paysages qui ne doivent point supporter de lavis.

Plusieurs maisons de Paris se sont acquis une réputation justement méritée dans la fabrication des crayons; les crayons de la maison *Walter frères* et de *Conté* rivalisent pour la finesse et la pureté du grain avec ceux d'Angleterre, des meilleures fabriques.

On taille un crayon avec un canif ordinaire, puis on amincit la pointe en la frottant sur un morceau de papier de verre à grains fins.

3° Gomme élastique, — Dollage. — **220.** La *gomme élastique* est employée pour effacer les traits de crayon fortement accusés ou les faux traits, ou pour nettoyer le papier. On doit la choisir d'une certaine épaisseur, car on frotte le papier avec cette épaisseur sans cependant trop appuyer, pour ne pas fatiguer le papier et s'exposer à le déchirer. Lorsqu'après un certain temps de service la *gomme élastique* s'est salie ou graissée, on peut la nettoyer en la frottant avec un petit linge de toile après l'avoir plongée dans l'eau tiède, en ayant soin de la faire parfaitement sécher avant de s'en servir.

221. On nomme *dollage* les rognures de gants en peau blanche; il est préféré à la *gomme-élastique* à cause de la grande douceur qui permet d'effacer entièrement les

traits du crayon sans écorcher l'épiderme du papier, et sans lui occasionner de taches.

La *mie de pain rassis* n'est employée que pour nettoyer un dessin complétement terminé et sur lequel il n'y a plus rien à tracer à l'encre.

4° Des plumes. — **222.** Les *plumes* dont on fait usage sont celles de corbeau, de canard et d'oie. Depuis quelque temps on parvient à fabriquer des plumes métalliques pour dessiner; elles peuvent rivaliser avec les anciennes, et elles sont avantageuses pour ceux qui n'ont plus l'habitude de tailler les plumes ordinaires.

Lorsqu'on possède des plumes de corbeau ou de toute autre espèce d'oiseau, pour les rendre propres à l'usage du dessin on les dégraisse en les passant plusieurs fois dans de la cendre très-chaude par l'extrémité qui est le tube dont il faut se servir; on les laisse deux ou trois secondes dans la cendre, puis on les gratte avec un mauvais canif ou un couteau afin d'enlever les pellicules qui recouvrent les tubes.

5° Des tire-lignes. — **223.** Les *tire-lignes* sont des instruments formés d'une tige qui sert de manche, et à l'extrémité de laquelle se trouve une aiguille servant au besoin de piquoir et qui peut s'adapter, par un pas de vis, à une partie formée de deux lames ou palettes en fer, se rapprochant ou s'éloignant l'une de l'autre au moyen d'une vis placée au milieu et sur le côté. L'encre ou le carmin s'introduit entre les deux palettes que l'on règle avec la vis suivant l'épaisseur que l'on veut donner aux lignes. On a soin d'essuyer l'encre qui peut se trouver sur l'extérieur des palettes du *tire-lignes*.

Pour conserver les tire-lignes, il faut avoir soin de bien les nettoyer, après s'en être servi, en passant entre les palettes un petit morceau de papier ou de chiffon; quant à l'encre, on ne fera usage exclusivement que d'*encre de Chine*, qui n'a pas la propriété, comme les autres encres,

d'oxyder les palettes ; ces dernières, après avoir été nettoyées, seront maintenues entre elles à une distance d'environ un millimètre.

On répare les *tire-lignes* avec un morceau d'ardoise mince que l'on mouille et que l'on frotte ensuite sur les extrémités extérieures et intérieures des palettes.

6° De l'encre de chine.—**224.** L'*Encre de Chine* devra essentiellement être de très-bonne qualité pour présenter des lignes nettes, ou un lavis d'une teinte uniforme. L'encre de Chine qui présente une odeur assez prononcée de musc, indique le plus souvent une encre bien préparée; les encres de Chine qui ont l'odeur du noir de fumée sont très-souvent de mauvaise qualité. Quant à la couleur ou teinte que l'*encre de Chine* peut présenter, elle n'indique aucunement la qualité : l'une, qui présente un ton d'un beau noir très-foncé, tirant légèrement sur le bleu, est employée pour les cadres et pour les écritures; l'autre, d'un ton roussâtre, s'emploie de préférence pour les lavis et le trait.

Voici le moyen employé pour reconnaître la qualité de l'*encre de Chine*.

On tire un trait à la *plume* ou au *tire-lignes* avec de l'encre de Chine bien noire, on laisse sécher complétement ce trait, puis, au moyen d'un pinceau rempli d'eau, on frotte sur la ligne tracée et à plusieurs reprises : l'encre est de bonne qualité si, en lavant ainsi, l'eau ne se trouve pas chargée de quelques traces d'encre, car alors elle peut supporter le lavis; dans ce cas, on dit que l'encre *ne fuse pas sous le pinceau.*

On peut encore reconnaître la qualité de l'*encre de Chine* en frottant le bout du pain dans un godet avec un peu d'eau et en laissant sécher séparément l'encre du godet et le pain d'encre : si l'encre faite et l'extrémité du pain sont unies, brillantes et claires, on aura une encre d'une qualité supérieure; dans le cas contraire, l'encre, étant graveleuse, terne et trouble, devra être rejetée.

L'Encre de Chine qui, après avoir été délayée, s'est séchée ne peut plus servir : il faut avoir soin de bien nettoyer le godet dans lequel on doit faire cette encre.

7° Des équerres et des règles.— **225**. On fait usage de plusieurs équerres en bois de noyer; l'une d'elles forme un triangle isocèle et peut servir pour déterminer les angles de 45 degrés.

On fait usage de plusieurs règles de diverses longueurs: l'une nommée *té*, à cause de sa ressemblance avec la lettre T, sert à tracer des lignes parallèles ; elle glisse au moyen d'une rainure sur les bords des *planches à dessiner*, qui, pour cette raison, doivent être parfaitement d'équerre. Les *équerres* et les *règles* ont une épaisseur de 2 à 4 millimètres, elles doivent être vérifiées avec soin avant d'en faire usage.

8° Du double-décimètre. — **226**. Le *double-décimètre* n'est autre chose qu'une règle ayant diverses formes, mais dont la plus avantageuse est celle d'un prisme ou règle à double biseau. Cette règle est longue de deux décimètres, comme l'indique son nom, et présente une graduation (sur ses deux pans) de vingt centimètres ; chaque centimètre est divisé en dix millimètres. On emploie cette règle comme une échelle ; elle est infiniment commode, car on obtient la mesure des lignes sans faire usage du compas, comme pour les échelles ordinaires; il suffit de l'appliquer sur la ligne à mesurer. Ces règles se font en cuivre et en buis ; ces dernières sont préférables, car elles ne tachent pas le papier.

227. Pour *mettre un dessin au trait*, on colle le papier qui doit le recevoir sur une planchette ou sur un carton, puis on exécute les contours et les détails avec le crayon n° 2, en présentant des traits purs d'une finesse égale et bien soutenue.

228. Le dessin ou le plan étant esquissé au crayon, voici comment on procède pour tracer à l'encre tous les

éléments constitutifs de ce plan. On a eu soin d'adapter une échelle convenable pour construire le plan, et l'on a reporté sur le papier avec une exactitude rigoureuse chaque longueur ou chaque largeur correspondante au terrain représenté.

229. Pour fixer nos idées, considérons un plan général sur lequel nous représentons les principales cultures qui peuvent se rencontrer (PLANCHE 1re, TOPOGRAPHIE [1].)

230. On peut arrêter le trait du plan au moyen de la plume, des tire-lignes ou du pinceau. La plume sert particulièrement à tracer les lignes sinueuses qu'il faut arrêter nettement, comme le contour des îles, les sinuosités des rivières, des ruisseaux, etc. Le *pinceau* peut être employé aux mêmes usages, mais il ne donne pas des résultats aussi nets. On trace au moyen du *tire-lignes* toutes les lignes droites des plans; elles sont plus sèches que celles qu'on obtient au moyen de la plume; mais quand le plan est d'une certaine étendue, les lignes sont plus uniformes et s'arrêtent plus promptement.

DES OMBRES.

231. On donne du relief au dessin d'un plan en observant l'effet de la lumière sur les objets qu'elle éclaire.

Certaines parties des objets étant éclairées lorsque d'autres sont dans l'ombre, on exprime ces oppositions en modifiant les lignes suivant leurs places respectives.

On est dans l'usage de supposer dans les dessins tous les objets éclairés de gauche à droite par le soleil élevé

[1] Ce tableau n'a pas été construit d'après une échelle afin de pouvoir présenter certains détails plus distinctement : il servira par conséquent à donner une idée bien exacte de la représentation des signes qui caractérisent chaque terrain ou chaque culture. Les maîtres pourront donc les faire copier à leurs élèves comme des modèles de dessin (Voir l'*observation sur les deux tableaux de topographie*).

sur l'horizon et de manière à pouvoir les frapper de ses rayons par un angle de 45 degrés. D'après cela, tous les objets en élévation, les *arbres*, les *maisons*, etc., portent une ombre égale à leur hauteur, c'est-à-dire que ce qui forme une enceinte saillante d'un mètre au-dessus du sol porte une ombre d'un mètre de largeur.

Tous les côtés éclairés, d'après ce que nous venons de dire, seront indiqués par un trait délié; ceux qui se trouveront dans l'ombre seront accusés vigoureusement par un trait fort.

Observation. Nous allons indiquer le trait particulier de chaque objet représenté dans les *Tableaux de topographie* n°s 1 et 2; nos lecteurs seront maîtres de suivre nos indications pour ce qui leur conviendra le mieux, car nous ne pouvons pas prescrire de suivre tel procédé plutôt que tel autre, attendu qu'il n'y en a pas encore un d'adopté exclusivement par les arpenteurs-géomètres. Nous avons suivi rigoureusement pour le *trait*, les *teintes* et les *montagnes* la méthode adoptée pour les dessins du Dépôt de la Guerre.

TOPOGRAPHIE.

TABLEAU N° 1. (*Du trait*[1].)

1. Forêt. Les *forêts* doivent être dessinées avec beaucoup de légèreté; elles sont représentées par des masses très-irrégulières de feuillage tracées à la plume. On a soin de détailler les touffes afin de faire sentir la partie ombrée, et pour la détacher de celle qui est exposée à la lumière. Quant au fond, il peut être fait par un pointillé plus ou moins serré.

2. Bois.—On dessine les *bois* comme les *forêts*; seule-

[1] Chaque numéro, qui précède ici l'objet que nous décrivons, correspond au même numéro du tableau 1.

ment les masses de feuillées sont moins fortes et moins serrées.

Les géomètres considèrent cinq divisions dans les *bois*, suivant l'importance des arbres ou des plantations : il faut donc un trait différent pour les *hautes futaies*, les bois *marécageux*, les *gaulis*, les *taillis*, les *jeunes plantations*.

3. Broussailles. — Pour dessiner les *broussailles*, on établit de petites masses de feuilles écartées les unes des autres, puis, dans l'intervalle, on forme un pointillé irrégulier.

4. Tourbières. — Les *tourbières* sont représentées par des bassins d'une forme rectangulaire ou par celle d'un carré placé sur un fond de *prairie*. Quant aux eaux qui les remplissent, on les traite comme celles des étangs.

5. Prés ou prairies.—On dessine les prés par une suite de petits points massés de distance en distance.

6. Prés humides. — Les *prés humides* sont dessinés exactement comme les prés; seulement on établit de distance en distance des flaques d'eau moins senties que pour les *marais*.

7. Terres labourées. — Pour figurer les *terres labourées*, on représente les sillons par des points allongés et placés en lignes parallèles, sans toutefois conserver une trop grande régularité entre elles; on fait interrompre les lignes de temps en temps et on les dessine un peu tremblotées.

On fait sentir le relief de chaque pièce voisine par une ligne un peu plus forte, et contre laquelle on établit une ligne de points longs. Quelquefois on figure de petites masses très-étroites figurant des *haies*.

8. Terres humides. — Les *terres humides* se tracent comme les terres labourées, seulement on place de distance en distance des flaques d'eau.

9. Arbres.— On ne peut exécuter convenablement les *arbres* qu'en s'exerçant beaucoup à faire des études de feuillages et des masses de feuilles isolées ; néanmoins une

attention soutenue à reproduire le dessin qu'on a sous les yeux fera surmonter les obstacles que présente cette étude.

Le plus souvent on soumet les arbres à la projection horizontale et l'on exprime leurs diverses natures par des *ombres portées* placées à gauche de chacun d'eux, comme l'indique la figure.

Ces *ombres portées* sont formées par de petites tailles très-fines et très-rapprochées les unes des autres; elles sont dirigées de manière à former un angle de 45 degrés avec la base du dessin ou elles sont parallèles à cette base.

Les *ombres portées* nous font distinguer facilement les neuf arbres principaux que nous avons voulu figurer ici : ce sont le *peuplier*, le *sapin*, le *pommier*, le *tilleul*, le *chêne*, l'*orme*, le *frêne*, le *pin*, le *saule*.

10. Bruyères. — On représente les *bruyères* par un pointillé dans lequel on établit de distance en distance de petites masses de feuilles très-légères.

11. Marais. — Les *marais* se dessinent au moyen de traits légers placés en masses interrompues et de distance en distance entre lesquelles se trouvent des flaques d'eau ayant des contours très-variables.

12. Patures. — Pour représenter les *pâtures* on emploie le même pointillé que pour les *prés*, seulement on établit de petites masses d'herbes de distance en distance.

13. Vignes. — Les *vignes* sont figurées par de petits traits verticaux tracés à l'encre et alignés parallèlement entre eux et en quinconce pour représenter les échalas ou tuteurs qu'on enveloppe d'une petite ligne sinueuse imitant le bois de la vigne. Aujourd'hui, on a l'habitude de soumettre les vignes à la projection horizontale comme on le fait pour les *arbres* : alors l'ombre portée indique la forme du cep et de l'échalas.

14. Landes. On dessine les *landes* comme les *marais* par de petites broussailles sur un fond pointillé d'herbage;

les parties de verdure doivent être faites comme les *prés* ; les parties sablonneuses sont couvertes par des points ronds très fins et très-serrés, surtout le long des herbages qui portent ombre dessus.

15. Vergers. — Pour dessiner les *vergers,* on trace à l'encre et en lignes parallèles en quinconce une série de petits ronds qui servent à indiquer les arbres fruitiers.

16. Friches. — Les *friches* sont représentées par quelques touffes d'herbes placées de distance en distance et contre lesquelles on établit une ou deux lignes d'un pointillé interrompu.

17. Clotures. — On distingue trois sortes de *clôtures* :

1° Les *clôtures en pierres,* qui s'expriment par un trait assez fort ;

2° Les *clôtures en bois*, qu'on indique par un simple trait ;

3° Enfin, les *clôtures en haies*, qu'on dessine ainsi que les haies ordinaires.

Dans l'intérieur des clôtures, on exprime les divers terrains qu'elles peuvent renfermer.

18. Habitations. — Les *habitations* sont représentées suivant la forme de leur base ; l'intérieur du dessin est rempli par des hachures fines serrées et tracées parallèlement dans une même direction. La ligne, du côté qui reçoit la lumière, est fine ; celle qui est opposée est exprimée par un trait plus ou moins prononcé.

19. Jardins potagers. — Les *jardins potagers* sont dessinés par une série de petits rectangles, qui indiquent les planches potagères ; on trace les allées en lignes droites.

20. Jardins d'agrément. — On trace ces jardins régulièrement ou irrégulièrement ; ils ne sont construits sur aucune règle particulière que celle du goût, et sont susceptibles par conséquent d'une grande variété ou d'une grande richesse de décors. On établit des allées en lignes droites ou tortueuses, mais maintenues d'un trait moelleux ; dans

ces jardins on place des bassins, des jets d'eau, des tapis de verdure, des bosquets, des massifs d'arbres, des ponts, des pavillons, des cabanes rustiques, etc., etc.

TOPOGRAPHIE.

TABLEAU N° 2. (*Du trait*.)

1, 2, 3. PONTS EN PIERRE, — PONTS-LEVIS, — PONTS EN BOIS.

1. Les *ponts en pierre* s'expriment par des lignes rouges parallèles, et au moyen de piles terminées à leurs épanchements par des *avant-becs*; ces piles soutiennent les arches. On nomme *culée* d'un pont la construction faite aux deux bouts sur les rives pour résister à la poussée latérale.

Les abords d'un pont sont toujours composés de *berges* et de *constructions* qui les protégent, pour empêcher le courant d'eau de les dégrader : ces berges et ces constructions se nomment *perrés*. Ce sont des revêtements en pierres de taille ou en pierres sèches, auxquels on donne un fort *talus* et qu'on rend oblique au cours d'eau, pour resserrer le lit en *amont*[1] et l'élargir en *aval*.

2. Les *ponts-levis* s'indiquent comme les *ponts en pierre*, mais ils ont, de plus, un petit rectangle que représente le tablier du pont.

3. Les *ponts en bois* se dessinent par des lignes parallèles représentant les madriers qui soutiennent le plancher; une simple ligne formant les deux côtés du pont correspond au *parapet*.

4, 5, 6. PONTS EN FER, — PONTS DE BATEAUX, — PONTS TOURNANTS.

4. Les *ponts en fer* sont dessinés par quatre lignes parallèles à l'extrémité desquelles on figure des *piles* au moyen de petits rectangles en noir.

5. On dessine les *ponts de bateaux* par deux lignes en

[1] On nomme *amont* le côté d'où vient un fleuve, une rivière; par *aval* on comprend le côté opposé au cours de l'eau.

noir, correspondant aux parapets, et en laissant voir en saillie les deux extrémités des bateaux.

6. Pour dessiner les *ponts tournants* on emploie à peu près le même dessin que pour les ponts en bois ; seulement on figure une circonférence à l'endroit du pont où se trouve placé l'axe de rotation.

7, 8. Ponts suspendus *pour piétons,* — ponts suspendus *pour voitures*.

7. Les *ponts suspendus pour piétons* se dessinent par deux lignes parallèles pointillées, figurant les *chaînes*, et par deux rectangles noirs à chaque extrémité, pour indiquer les *piles*.

8. On dessine les *ponts suspendus pour voitures* par quatre lignes parallèles, deux sont pleines et deux sont pointillées ; les *piles* sont figurées par des *rectangles* noirs.

9, 10. Ponts de pontons, — ponts volants.

9. Les *ponts de pontons* sont figurés par deux lignes parallèles et par de petits rectangles blancs figurant les bateaux qu'on joint par des poutres.

10. Les *ponts volants* se représentent par divers bateaux enfilés par un câble retenu à chaque rive.

11, 12. Bacs, — bacs a treille.

11. Les *bacs ordinaires* se figurent par de petits bateaux amarrés au rivage d'un cours d'eau, et accrochés à un câble.

12. On représente les *bacs à treille* comme les *bacs ordinaires*, mais on les dessine dans le milieu des fleuves.

13, 14, 15. Barrages, — signes de navigation.

13. Les *barrages* sont représentés par des lignes parallèles entre lesquelles on dessine des lignes obliques parallèles qui se réunissent à chaque extrémité. Sur un des côtés du barrage il existe souvent un petit pont en planche que l'on représente par deux lignes parallèles.

14, 15. Pour indiquer le lieu où une rivière devient navigable, on dessine une *ancre* au milieu du courant : l'endroit où une rivière devient flottable s'indique par un *gouvernail* ou un *aviron*.

16, 17. Gués a cheval, — gués a pied.

16. On dessine *un gué à cheval* par deux lignes ponctuées.

17. Le *gué à pied* se dessine par une seule ligne ponctuée.

18. Passages de bateaux. — Le *passage de bateaux* s'indique par un simple bateau retenu au rivage, au moyen d'une amarre indiquée par une ligne ponctuée.

19. Le dessin d'une *ville* présente des *rues*, des *bâtiments* et des *monuments*, des *places*, des *carrefours*, des *quais*, des *promenades*, etc. ; on les dessine à la règle et d'après une échelle adoptée; l'intérieur des bâtiments se remplit par des lignes parallèles entre elles.

20, 21. Églises, maisons. — Tous les édifices se dessinent toujours suivant la forme de leurs bases : il sera donc facile, par ce moyen, de distinguer tous les monuments entre eux.

22, 23, 24. Ports, — jetées, — phares.

22. Un *port* se dessine d'après le plan qu'il présente; on établit les quais et tous les détails qui se trouvent placés sur la rive : les eaux se filent par des lignes parallèles et légèrement ondulées; elles suivent les contours des rivages. Un port s'indique par deux *ancres croisées*.

23. On dessine une *jetée* suivant le plan qu'elle présente, au moyen de lignes droites et de lignes courbes.

24. Le *phare* s'indique par un petit rond surmonté d'une ligne verticale à l'extrémité supérieure de laquelle se trouvent deux petits traits qui se coupent à angles droits.

25, 26, 27. Sables, — dunes, — galets.

25. Les sables sont dessinés par un pointillé uni et fin, plus serré sur les bords et surtout sur les côtés qui portent ombre, que dans le centre des bancs.

26. On dessine les *dunes* comme les *sables*, le pointillé est un peu moins sensible; quelques petites élévations y sont figurées.

27. Les *galets* ou *cailloutages* sont figurés par de petits ronds uniformes sur lesquels on place quelques points, surtout du côté qui porte ombre.

28, 29. Iles, — bancs de sable.

28. Les *îles* sont dessinées suivant leur plan : elles peuvent donc présenter certaines formes, mais elles sont toujours terminées par une ligne courbe.

29. Les *bancs de sable* sont dessinés comme les îles, seulement la surface reçoit un pointillé plus serré sur les bords qu'au centre.

30. Rochers sur la côte. — Les *rochers* présentent des formes plus ou moins variées ; on exprime à la plume et au moyen de hachures plus ou moins serrées les brisures qui caractérisent ces masses de pierres. Les hachures permettent de faire sentir les cavités plus ou moins profondes et les apparitions variées de lumière, qui peuvent seules donner aux objets le relief convenable.

31, 32. Récifs,— pêcheries.—Les *récifs* ou *brisans* sont indiqués au moyen d'un amas de croix simples, lorsqu'ils sont visibles sur les eaux ; lorsque les récifs sont constamment cachés sous les eaux, on les indique sur le dessin par des doubles croix.

32. On représente une *pêcherie* ou *madrague* par des lignes pointillées et dont chaque extrémité est terminée par deux petits traits correspondant à l'endroit où elle est maintenue dans la mer.

33. Canal *avec écluses et digues*. — Un canal s'indique par des lignes fortes et parallèles. L'endroit d'un canal où se trouve une *écluse* diminue de largeur ; deux traits, formant chacun un angle, indiquent les portes des *écluses*. Lorsque le canal est couvert, on indique sa direction souterraine par deux lignes parallèles pointillées ; ces lignes sont chacune dans la direction des côtés du canal. Les *digues* s'expriment par des lignes parallèles rehaussées de hachures perpendiculaires sur chacune de ces lignes.

34. Routes et chemins. — On exprime les *routes* de plusieurs manières, suivant la nature, la grandeur et la destination du plan sur lequel elle doivent être tracées.

Les routes sont divisées en quatre classes suivant leur largeur : les différentes classes de ces routes sont différenciées par une combinaison de traits parallèles.

1° Les *routes de première classe,* qui ont généralement 20 mètres de large, sont exprimées par deux lignes parallèles entourées extérieurement par un pointillé qui exprime les arbres.

2° Les *routes de deuxième classe,* ayant 12 mètres de large, sont indiquées par deux lignes parallèles bordées d'une seule rangée d'arbres.

3° Les *routes de troisième classe,* qui n'ont que 10 mètres de large, et celles de quatrième classe, qui n'en ont que 8, sont désignées par des lignes parallèles.

4° Les *chemins de fer* s'expriment par deux lignes parallèles que l'on remplit au moyen de hachures parallèles entre elles et perpendiculaires sur chacune des lignes principales, ou sur lesquelles on dessine des points carrés de distance en distance. On exprime aussi les chemins de fer par quatre lignes parallèles simples.

5° On dessine les *chemins vicinaux* par deux lignes parallèles et bordées de buissons ou de broussailles.

6° Les *sentiers* ou *petits chemins* à travers les terres sont représentés par une seule ligne un peu forte.

Observation. Un chemin peut être en *chaussée* ou *encaissé :* il est en *chaussée* lorsqu'il est établi au moyen de matériaux rapportés, et qu'il se trouve construit au-dessus du terrain sur leqnel il a sa direction; voir la partie *d* (tableau n. 2). Un chemin est *encaissé,* quand il passe dans une tranchée qu'on a pratiquée pour l'établir de niveau avec deux points; telle est la partie *c* (même tableau).

35, 36. Fleuves, — rivières.

35. On dessine les bords du lit des fleuves ou des ri-

vières par deux lignes tremblées; celles qui reçoivent le jour sont maintenues plus légères. Pour représenter les eaux, on emploie deux méthodes : 1° *la méthode des eaux filées; 2° la méthode des eaux hachées.*

1° La méthode des *eaux filées* consiste à tracer une certaine quantité de lignes parallèles et légèrement ondulées; ces lignes suivent exactement les contours ou sinuosités des bords, et elles sont d'autant plus légères et plus écartées l'une de l'autre qu'on avance vers le milieu du cours d'eau. On représente ainsi les eaux des *fleuves*, des rivières et des canaux (tableau n° 2).

2° La méthode des *eaux hachées* a pour objet la représentation des eaux par des lignes droites, parallèles et horizontales, partant toutes du rivage et allant s'adoucir à quelque distance; lorsque la surface est un peu étendue, souvent on glisse un autre trait plus fin, entre les premiers et près du rivage; ce trait se nomme *entre-taille.* On représente ainsi les eaux des *mers*, des *lacs* et des *étangs.*

Pour indiquer la direction des cours d'eau, on emploie une flèche dessinée dans le milieu du lit, et dont le dard et dirigé du côté du courant.

36. On représente les *rivières* comme on le fait pour le canal ou le fleuve; quant aux ruisseaux, on les indique par un seul trait effilé vers la source.

37. Fronts de fortifications.—Les *fronts de fortification*, comme tout ce qui est construction, se représentent par le plan d'après lequel on les a construit; chaque partie constituante, eaux, murs, etc., sont dessinés d'après les principes que nous avons établis plus haut.

38. Forts.— Ce que nous avons dit sur le front de fortification peut s'appliquer au fort.

39. Batteries et parallèles. — Les *batteries* se dessinent en traçant un rectangle dans lequel on établit les angles qui représentent les meurtrières. Les *parallèles* sont

formées de deux lignes tracées parallèlement l'une à l'autre ; elles en coupent d'autres tracées dans les mêmes conditions.

40, 41. RIZIÈRES, — SALINES.

40. On représente les *rizières* (*lieu où l'on cultive le riz*) par un certain nombre de petits canaux ou fossés d'irrigation qu'on établit perpendiculairement les uns aux autres ; dans ces fossés on file les traits qui représentent l'eau, et dans les espaces situés entre les fossés, c'est-à-dire, dans les parties cultivées, on y reproduit le dessin des *prés*.

41. Les *salines* sont dessinées comme les *rizières*, seulement la partie qui, dans les *rizières*, représente la surface cultivée se trouve remplacée par l'eau qu'on indique au moyen des lignes hachées.

42, 43, 44. LACS, — MOULINS A EAU, — MOULINS A VENT.

42. Les *lacs* se représentent par une ligne sinueuse qui forme le bord et par des lignes hachées qui indiquent l'eau.

43. On représente un *moulin à eau* par le dessin d'un plan d'habitation, et par une roue dentelée placée à l'un des angles du plan.

44. Le *moulin à vent* est généralement représenté par une petite tour sur laquelle on dessine les ailes du moulin.

45, 46, 47. TOURS, — CHAPELLES, — TÉLÉGRAPHES.

45. Une *tour* se dessine suivant sa projection verticale ou horizontale.

46. On représente une *chapelle* comme une tour, ou comme les édifices publics.

47. Le *télégraphe* est représenté par un rectangle sur lequel on dessine une ligne brisée à chaque extrémité; cette ligne exprime le régulateur, qui forme les signaux.

48, 49, 50. FORGES, — SCIERIES, — VERRERIES.

48. Pour indiquer une forge, on dessine un rectangle qui représente l'édifice; puis on place sur le côté une roue dentelée surmontée d'un marteau.

49. Une *scierie* diffère d'une forge, en ce que la roue est surmontée d'une scie.

50. La *verrerie* est représentée par un rectangle surmonté d'un verre à pied.

51. Ruisseaux et montagnes. — Les *ruisseaux* s'indiquent par un seul trait effilé vers l'endroit où se trouve la source.

Le dessin des montagnes, ayant donné lieu à un grand nombre de discussions parmi les savants et les artistes, a été le sujet de plusieurs systèmes différents. Nous adoptons dans cet ouvrage le système qui consiste à imaginer par la pensée les courbes que décriraient les gouttes de pluie en tombant sur la surface de la terre. Alors on détermine à vue les projections de ces courbes; et l'on détermine par ces projections les diverses courbures des hauteurs dont elles représentent, dans toutes les directions, les pentes les plus rapides. Ce système est aujourd'hui généralement adopté; car il offre l'image fidèle des accidents du terrain. Lorsque les projections horizontales des courbes sont déterminées légèrement au crayon, on exprime le relief du terrain par des tailles ou hachures faites à la plume; ces tailles sont dirigées normalement à la section supérieure de chaque tranche, pour indiquer la ligne de la plus grande pente.

2° DU LAVIS.

232. Lorsqu'un plan est terminé au trait, on efface toutes les lignes au crayon qui ne sont plus utiles pour le dessin, puis on passe, sur toute la surface du papier, de l'eau saturée d'alun, que l'on étend avec un pinceau assez gros.

233. Cette opération offre certains avantages que la pratique du lavis permet d'apprécier : en effet, l'eau d'alun empêche le papier de boire, surtout aux endroits écorchés

par le frottement avec la gomme, ou à certaines parties qui présentent des défauts naturels. Un autre avantage est tel, que si, dans le cours du lavis, une teinte est trop forte, ou ne soit pas convenable pour l'effet qu'on veut produire, on peut l'affaiblir ou l'effacer au moyen d'une éponge mouillée, sans que le trait du dessous soit effacé. Enfin, l'eau d'alun présente encore l'avantage, tout en nettoyant le papier, de le remettre dans l'état où il était avant d'avoir éprouvé les frottements nécessaires pendant la mise au trait du plan.

Remarque. Pour bien nettoyer un plan, il faut, lorsqu'on a passé l'eau d'alun sur toute la surface, poser verticalement la planche ou le carton sur lequel on a collé le plan, afin de laisser égoutter l'eau et sécher la feuille dans cette situation.

234. Un lavis, pour être harmonieux, ne s'obtient que par une marche méthodique et par une préparation qui, dans son ensemble, donne un aperçu que ne peuvent point altérer tous les détails. Nous allons guider nos élèves dans cette partie intéressante de l'arpentage et les mettre en état de finir un plan d'une manière convenable.

Les objets dont on fait usage pour le *lavis des plans* sont des *couleurs*, des *pinceaux*, des *godets*.

Couleurs. — **235.** On emploie dix couleurs principales pour le *lavis des plans* : l'*encre de Chine*, le *carmin*, la *gomme-gutte*, le *bleu de Prusse*, la *sépia*, le *minium*, le *vermillon*, le *vert-émeraude*, le *bleu de cobalt*, le *jaune indien*.

Par le mélange de certaines couleurs dans des proportions déterminées, on produit toutes les *teintes conventionnelles*, analogues au genre de culture que l'on veut représenter. Nous avons adopté les teintes dont on fait usage aux bureaux topographiques du Dépôt de la Guerre.

Pinceaux. — **236.** Pour le *lavis des plans*, on fait généralement usage de trois paires de pinceaux : une de petits, une de moyens, enfin une paire de gros. Les pinceaux sont

ordinairement faits avec du poil de *blaireau*, ou avec celui de *martre* ou de *petit-gris;* ce poil est renfermé dans des tuyaux de plumes de diverses grosseurs, depuis la plume d'*alouette* jusqu'à celle de *cygne*.

237. On reconnaît la qualité des pinceaux en les trempant dans de l'eau, en les secouant ensuite fortement de manière à leur faire déterminer une seule pointe conique bien lisse, unie et fine; si au contraire, ils se tordent ou forment plusieurs pointes, on les rejettera. On peut encore les éprouver en les mouillant suffisamment dans l'eau claire, de manière qu'ils conservent leur pointe; puis, en étendant cette eau sur un papier collé: si la pointe se conserve sans se diviser ni former une fourche, le pinceau sera de bonne qualité.

238. Les *pinceaux* sont accouplés deux à deux à chaque extrémité d'une baguette en bois, en ivoire, ou à une plume de porc-épic; on donne le nom d'*ente* ou *hampe* à ces supports des pinceaux. Une *ente* légère est préférable, nous faisons usage des entes en plume de *porc-épic* ou en *bois* léger.

239. L'un des pinceaux est constamment rempli d'eau et sert à réparer les petits accidents du coloris; l'autre est employé pour poser les teintes. Quand on doit employer une autre teinte avec le même pinceau, il faut avoir soin de bien le nettoyer en l'agitant dans l'eau claire, et en en faisant sortir l'eau en le pressant légèrement avec deux doigts sans le tirer.

240. Les pinceaux employés pour étendre l'encre de Chine ne peuvent plus servir pour d'autre usage; car il est impossible de les nettoyer assez convenablement pour les empêcher d'altérer les autres couleurs qu'on veut étendre.

241. Quand on a fait choix des pinceaux, il est nécessaire de leur faire subir une petite opération dans le but d'égaliser les poils qui en forment la pointe. Pour cela, après les avoir mouillés, on les passe rapidement à la

flamme d'une bougie qui brûle les poils qui dépassent la pointe. Cette opération doit être faite très-rapidement, c'est-à-dire, que le pinceau ne fasse qu'entrer et sortir. Il vaut mieux procéder ainsi, que de couper avec les ciseaux les poils qui dépassent, car par ce dernier moyen on rend toujours carré le bout du pinceau, ce qui suffit pour le faire rejeter.

242. Après le *lavis*, on sèche les pinceaux avec un linge propre et fin ; on les place dans la boîte qui doit les contenir, de manière que la pointe ne soit pas exposée à être rebroussée.

Godets. — **243.** Les *godets* sont ordinairement en faïence ; ceux en porcelaine devraient être préférés, car ils présentent une surface intérieure plus unie, qui permet à la couleur de se dissoudre sans laisser déposer des grains arrachés par les inégalités du fond de la plupart des godets en faïence.

244. On doit avoir un certain nombre de godets pour délayer les couleurs primitives; quant aux teintes, on peut les préparer dans des verres. Les godets ou les verres qui contiennent les teintes devront être couverts après s'en être servi, afin de les préserver de la poussière. Quant aux teintes qui auront séché, elles peuvent servir si on les a préservées de la poussière : il suffit de mettre quelques gouttes d'eau dans le godet qui les contient, et de frotter la couleur avec le doigt ou un petit morceau de bouchon.

DES TEINTES.

245. Les *teintes* résultent de la combinaison des couleurs primitives entre elles, et dans certaines proportions. L'unité de mesure est la quantité de couleur que peut contenir un pinceau bien plein ; cette quantité se nomme une *partie*.

246. On commence par délayer les couleurs primitives

dans un godet particulier en frottant le pain de couleur jusqu'à ce qu'elles aient acquis le plus haut degré de force sans cependant cesser d'être liquide ; puis, au moyen d'un pinceau[1] destiné exclusivement pour mesurer les parties de couleur, on compose les teintes comme nous allons l'indiquer plus loin.

247. Lorsqu'on veut se servir d'une teinte quelconque, il faut en étendre sur un morceau de papier semblable à celui du dessin et attendre qu'elle soit sèche pour être certain que la nuance et l'intensité sont conformes à celles que l'on se propose d'imiter d'après le modèle.

MANIÈRE D'ÉTENDRE LES TEINTES.

248. Pour appliquer une teinte plate sur une grande surface, on commence par humecter légèrement le papier aux endroits où la teinte doit être mise, afin de l'empêcher de saisir trop vite la couleur ; puis, au moyen d'un pinceau de grosseur proportionnelle à l'étendue de la surface qui doit être lavée, on étend cette teinte à plein pinceau et peu à peu, sans attendre qu'il n'en reste plus dans le pinceau pour en prendre de nouvelle, car celle-ci ne se lierait pas bien avec la première, qui, se séchant vers les bords, présenterait une ligne large et baveuse, d'un ton plus foncé que le reste.

249. On évite cet inconvénient en reprenant la teinte dans les endroits où l'on craint qu'elle ne sèche précipitamment : on la porte un peu plus loin et on l'accumule vers les bords, puis on revient où on l'a abandonnée et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on soit arrivé avec peu de couleur aux limites de l'espace qu'on devait couvrir.

[1] Avant de charger un pinceau quelconque de couleur, il est bon de le laisser tremper dans l'eau pendant 2 à 3 minutes ; cette précaution permet de nettoyer le pinceau plus facilement après s'en être servi.

250. Lorsqu'on désire une teinte un peu forte, on la détermine par deux ou trois reprises différentes; car, en procédant ainsi, on évite de produire une teinte crue et inégale. On doit avoir soin, avant d'appliquer une seconde couche de teinte, d'attendre que la précédente soit parfaitement sèche. Comme les couleurs dissoutes dans l'eau déposent, il faut toujours agiter le mélange toutes les fois que l'on garnit le pinceau, pour obtenir la nuance primitive. Si la couleur devient épaisse, on ajoute quelques gouttes d'eau.

ORDRE ADOPTÉ POUR PLACER LES TEINTES
DANS LES LAVIS DES PLANS TOPOGRAPHIQUES.

251. Pour laver un plan topographique, on commence par les terres labourées, ensuite on lave les vignes, les prés, les bois, les broussailles, les friches, les jardins d'agrément. etc. Les eaux, les bâtiments sont lavés les derniers, afin que la teinte de carmin puisse conserver toute sa vivacité.

252. On lave les eaux au moyen d'une teinte très-pâle, attendu que le bleu est assez difficile à employer; ensuite comme les eaux sont toujours placées dans les endroits les plus bas des terrains et qu'on les aperçoit les dernières, les teintes qui les indiquent doivent être d'une intensité inférieure à celle des autres. Les eaux sont mises en bleu à cause de la couleur apparente du ciel qu'elles paraissent réfléchir.

253. Les polygones qui ont peu d'étendue pourront être lavés avec une teinte un peu forte pour les rendre plus apparents; cela devient surtout nécessaire lorsqu'ils sont placés sur la pente d'une montagne. Lorsque les polygones sont plus grands, comme le lavis en devient plus difficile, on affaiblit tant soit peu la teinte; et si elle ne présente pas

toute l'intensité désirable, on la laisse sécher complétement, puis on passe une seconde teinte, afin d'obtenir l'effet nécessaire.

Remarque. Quelquefois en étendant la teinte, le pinceau dont on se sert se divise en deux parties; on doit alors reformer la pointe, non pas avec les lèvres, comme le font un grand nombre de dessinateurs, mais en tournant le pinceau sur le bord du godet. On évite alors de mettre dans la bouche certaines couleurs malfaisantes.

MÉLANGE DES COULEURS SIMPLES

POUR DÉTERMINER LES TEINTES CONVENTIONNELLES.

Observation. Avant de présenter les proportions diverses des couleurs simples au moyen desquelles on parvient à déterminer les teintes conventionnelles qui indiquent, à la simple vue, la composition de chaque partie de la surface de la terre, nous devons faire connaître que pour laver un plan topographique d'après les principes relatifs à l'art, il faut :

1° Faire une ébauche par laquelle on détermine le trait de toutes les parties constituantes du plan de la surface que l'on considère et que l'on veut reproduire.

2° Indiquer, au moyen de teintes composées au degré convenable, les diverses cultures, ou les signes indispensables aux plans topographiques et qui concourent à produire l'effet général.

3° Distribuer les ombres d'après les principes qui donnent aux objets le relief convenable, et donner les coups de force afin de rendre certains détails plus sensibles, suivant le jour qui leur convient.

4° Déterminer les détails, au moyen de touches et de teintes plus ou moins fortes, relatives à chaque objet; ce degré de force étant toujours en raison de l'éloignement des objets à la base du plan.

Quant aux masses d'ombre, on les détermine par des teintes superposées qui permettent de ménager les parties reflétées de ces masses; ceci est relatif aux montagnes particulièrement.

COMPOSITION DES TEINTES.

254. Nous avons dit, plus haut, que l'unité de mesure des éléments d'une teinte composée est la quantité de couleur ou d'eau pure que peut contenir un pinceau plein ; cette quantité s'appelle *partie*.

Partant de là, après avoir délayé, dans des godets différents, chacune des couleurs élémentaires, à leur plus grande intensité de force, on composera les teintes d'après les proportions[1] que nous allons indiquer, relativement aux diverses natures de terrain ou des objets qui s'y rencontrent.

Observation. On dit *laver un plan* et non *peindre un plan* (moins encore *enluminer un plan*), parce que les couleurs dont on fait usage étant aussi liquides que l'eau, il semble qu'on lave le papier lorsqu'on les emploie : de là le mot *Lavis*.

255. Les *teintes sont claires ou fortes:* les premières sont celles qui paraissent n'éteindre que la blancheur du papier ; les secondes sont plus fortes en couleur et servent généralement pour le tracé des lignes[2]. Les demi-teintes sont celles qui tiennent le milieu entre la *teinte claire* et la *teinte forte*.

256. On *passe une teinte* lorsqu'on étend l'eau dans laquelle on a dissous de la couleur ; on *adoucit une teinte*, quand on en affaiblit l'intensité de force, en diminuant la

[1] L'eau entre pour 8 parties dans les teintes composées. Néanmoins, dans certains cas, on en ajoute encore plusieurs parties pour affaiblir la teinte.

[2] Il faut surtout avoir soin, lorsqu'on prépare les teintes pour tracer des lignes, de ne pas les faire tellement épaisses qu'elles ne puissent facilement couler sur le papier ; dans ce cas, elles ne donnent que des lignes bâveuses et d'un mauvais effet.

couleur insensiblement [1] au moyen de l'eau. Lorsque les teintes sont *trop fortes* ou *trop épaisses*, on obtient un *lavis dur* et peu agréable ; quand les teintes sont à un degré convenable (ni trop fortes, ni trop épaisses), on a un *lavis tendre*.

257. Quand une teinte doit être adoucie (*comme le sont, par exemple, les teintes qui ombrent certaines parties arrondies des montagnes ou le glacis et le talus des ouvrages de fortification*), on fait usage d'un gros pinceau propre, contenant une certaine quantité d'eau suffisante pour ne pas noyer la teinte et pouvoir la chasser au-delà du terme où elle doit s'étendre.

L'adoucissement d'une teinte commence vers la fin de cette teinte ; on la porte rapidement en avant avec le second pinceau, qui ne contient que de l'eau et qu'il faut avoir soin de laver à l'eau claire de temps en temps.

Observation. L'*encre de Chine* et le *carmin* ne se dégradent qu'avec une grande difficulté : on y parvient à la suite d'un certain exercice pratique. Dans les plans topographiques, les teintes au *carmin* ne sont adoucies que pour indiquer les massifs des maisons, qui restent indéterminés ; on fait usage de ce moyen aux ponts et chaussées, lorsqu'il s'agit des plans de projets de routes ou de canaux à établir le long des habitations.

En architecture, et dans le paysage principalement, les teintes s'appliquent toujours franchement et ne s'adoucissent jamais. Cependant, en les faisant faibles et en les superposant de manière que la limite de la teinte supérieure ne coïncide pas avec celle de la teinte inférieure, elles finissent par produire, dans leur ensemble, une teinte générale dégradée qui n'a ni dureté ni mollesse.

[1] On dit qu'une *ombre est occupée*, lorsque cette ombre est égale en intensité de couleur dans toute son étendue ; l'*ombre est adoucie* ou *fuyante* lorsqu'elle diminue insensiblement en partant d'un point pour aboutir à un autre.

Lorsque certaines parties du lavis paraissent trop dures et peu d'accord avec les autres, on les adoucit avec l'éponge mouillée ou on les frotte avec de la mie de pain.

Remarque. Les diverses cultures peuvent être indiquées de trois manières différentes :

1° Pour les *plans croquis,* on se contente d'écrire, dans chacun des polygones des pièces, le nom de la culture qu'il renferme ;

2° Dans les *plans-minutes,* les diverses cultures sont indiquées par des teintes unies; ces teintes sont formées au moyen de couleurs élémentaires mélangées en proportions déterminées : elles sont conventionnelles ;

3° Enfin, pour les *plans au net* ou *terminés,* on emploie des moyens pittoresques pour exprimer les teintes des diverses cultures : on prend alors la nature pour modèle.

Nous ne nous occuperons dans cet ouvrage que du second moyen, parce qu'il est communément employé pour la plupart des plans.

TOPOGRAPHIE.

TABLEAU N° 1. (*Des teintes.*)

1,-2. Forêt, Bois. Les *forêts* et les *bois* sont lavés au moyen d'une teinte *jaune jonquille :* elle se forme de 6 parties de gomme-gutte, de 2 parties de bleu de Prusse et de 8 parties d'eau.

3. Broussailles. — On lave les broussailles comme les bois; seulement on affaiblit la teinte avec 4 parties d'eau.

4. Tourbières. — Les *tourbières* se lavent comme les *prés ;* les *bassins* d'eau ou *coupures* sont figurés par une teinte pâle de bleu de Prusse. Lorsqu'on aura dessiné des piles de tourbes, on leur donnera une teinte de sépia.

5. Prés ou prairies. — Pour laver les *prés,* on compose une teinte *vert d'herbes :* elle est formée de 6 parties de bleu de Prusse, de 2 parties de gomme-gutte et de 8 parties d'eau.

6. PRÉS HUMIDES.— Les *prés humides* sont lavés comme les *prés;* seulement, à l'endroit des flaques d'eau on passe une teinte légère de bleu de Prusse.

7. TERRES LABOURÉES.—Les *terres labourées* se lavent au moyen d'une teinte formée de 6 parties de sépia, d'une partie de carmin et d'une demi-pointe[1] de gomme-gutte.

Lorsque plusieurs pièces sont contiguës, on les lave alternativement avec la teinte précédente et celle des *prés.*

8. TERRES LABOURÉES HUMIDES. — On lave les *terres labourées humides* comme les *terres labourées;* seulement les flaques d'eau sont lavées au bleu de Prusse léger.

9. ARBRES. — Les arbres sont lavés avec la même teinte que pour les *forêts* ou les *bois*. Quant à l'ombre portée, on lui donne une légère teinte de sépia.

10. BRUYÈRES.— Les *bruyères* sont lavées avec un teinte panachée[2] de vert-pré et de carmin léger.

11. MARAIS.— On lave les *marais* avec la teinte des prés; les flaques d'eau sont lavées au bleu de Prusse.

12. PATURES. — Pour laver les *pâtures*, on emploie la teinte des prés, à laquelle on ajoute 4 parties d'eau.

13. VIGNES.—On lave les *vignes* au moyen d'une teinte formée de carmin et de bleu de Prusse en parties égales et d'une faible pointe d'encre de Chine.

14. LANDES. — Les *landes* sont lavées avec une teinte panachée de vert-pré et de minium. On ajoute 2 parties

[1] Nous entendons par *pointe* la quantité de couleur prise avec l'extrémité du pinceau seulement.

[2] Une *teinte est panachée* lorsqu'elle est formée de diverses couleurs mises en même temps avec deux pinceaux accouplés.

Les couleurs qu'on doit employer pour former les *teintes panachées* sont préparées au degré convenable dans des godets particuliers: on prendra autant de pinceaux que l'on aura de couleurs différentes à employer ; on posera ces couleurs par petites parties, en surfaces inégales. On aura soin que les teintes se fondent bien ensemble, sans cependant se mêler, ce qui nuirait beaucoup à leur beauté et à leur transparence.

d'eau à la teinte vert-pré et 4 parties à celle du minium. Les flaques d'eau sont mises au bleu de Prusse.

15. Vergers.— La teinte des *vergers* est formée de bleu de Prusse et de gomme-gutte en égales parties.

16. Friches. — Les *friches* sont lavées au moyen d'une teinte panachée de vert-pré et de minium. On n'ajoutera qu'une partie d'eau pour la teinte vert-pré et 3 pour le minium.

17. Clôtures. — Lés *clôtures en pierres* sont ordinairement tracées au carmin ; celles en planches le sont à la sépia et celles en haies reçoivent une teinte de forêt à laquelle on ajoute 2 parties de vert-pré.

18. Habitations. — Les habitations quelconques sont lavées au moyen d'une teinte pâle d'un beau carmin léger pour les massifs un peu étendus, et d'une teinte plus forte pour les surfaces moins importantes.

19. Jardins potagers. — Dans les *jardins potagers* on lave chaque planche potagère avec des teintes différentes et variées pour chaque carré. On emploie le carmin léger, la sépia, la gomme-gutte, la teinte des prés, des bois, etc.

20. Jardins d'agrément. Les *jardins d'agrément* sont lavés avec la teinte des prés, et les massifs d'arbres le sont avec celle des bois. Quant aux allées, on les réserve en blanc ou on les nuance par une teinte formée d'une partie de gomme-gutte et d'une pointe de carmin.

Observation. D'après les principes développés précédemment, on pourra facilement *appliquer les teintes* et les *composer convenablement ;* nous ferons seulement observer ici que les teintes des *prés*, des *bois*, des *vignes* sont posées à deux reprises différentes parce que le papier et l'air affaiblissent en très-peu de jours les premières teintes.

TOPOGRAPHIE.

TABLEAU N° 2. (*Des teintes.*)

1, 2, 3. PONTS EN PIERRE,—PONTS-LEVIS.—PONTS EN BOIS.

1. Les *ponts en pierre* ou en maçonnerie quelconque sont lavés au carmin dans la partie comprise entre les lignes rouges parallèles du trait et qui forment le parapet du pont.

2. On lave les *ponts-levis* comme les *ponts en pierre* dans la partie faite en maçonnerie. Le tablier du pont peut recevoir une légère teinte de sépia.

3. Dans les ponts en bois, on lave, avec une légère teinte de sépia, l'intervalle des lignes parallèles qui représentent les madriers du pont.

4, 5, 6. PONTS EN FER, — PONTS DE BATEAUX, — PONTS TOURNANTS.

On est dans l'usage de dessiner ces trois sortes de ponts au moyen de traits noirs et de ne donner aucune teinte aux diverses parties qui les constituent.

7, 8. PONTS SUSPENDUS *pour piétons,* — PONTS SUSPENDUS *pour voitures.*

Les *ponts suspendus pour piétons* et les *ponts suspendus pour voitures* ne reçoivent aucune teinte, seulement on met en carmin le carré des piles qu'on a réservé en blanc.

9, 10. PONTS DE PONTONS, — PONTS VOLANTS.

Les *ponts de pontons* sont lavés avec une teinte sépia dans l'intervalle des lignes qui correspondent aux poutres : les pontons sont figurés par une teinte légère de gomme-gutte. Les ponts volants sont de petits bateaux qu'on réserve en blanc.

11, 12. BACS, — BACS A TREILLE.

Les *bacs* et les *bacs à treille* ne reçoivent aucune teinte : on les réserve en blanc comme les ponts-volants.

13, 14, 15. BARRAGES, — SIGNES DE NAVIGATION.

Le *barrage* peut recevoir une teinte claire de sépia dans

la partie qui maintient les pilotis, ou être réservé en blanc; il en est de même des *signes* qui indiquent la navigation.

16, 17. Gués a cheval, — gués a pied.

Le *gué à cheval* et le *gué à pied* ne reçoivent aucune teinte.

18. Passages de bateaux.—Les petites barques qui indiquent le *passage de bateaux* restent en blanc.

19, 20, 21. Églises.—maisons.—Les *bâtiments* d'une ville se lavent avec une teinte légère d'un beau rouge de carmin; on pose cette teinte la dernière pour lui conserver toute sa fraîcheur, et on en double l'intensité pour les édifices remarquables, ou bien on les distingue par la figure de leurs toits qu'on lave avec une teinte d'indigo un peu salie par une demi-pointe d'encre de Chine, pour les toits en ardoises; ou avec une teinte de vermillon et d'une demi-pointe d'encre de Chine pour les toits en tuiles.

Lorsque le côté des bâtiments qui est opposé à la lumière, n'a pas été renforcé au moyen d'un trait, on passe sur ce côté un liseré étroit d'une teinte plus intense que la teinte du massif.

Dans les plans d'alignement [1] on figure en jaune la partie du bâtiment qui doit être démolie ; telle est la partie *a*. Toute partie d'un terrain sur laquelle un bâtiment doit s'avancer pour être à l'alignement, se figure en rouge vermillon : telle est la partie *b*.

22, 23, 24. Ports, — jetées, — phares.

Le *port* s'indique par deux ancres entrelacées; la *jetée* reçoit une teinte légère formée de gomme-gutte et d'une pointe de carmin. Le *phare* est lavé au carmin.

[1] La teinte noire, dans les ponts et chaussées, désigne les parties de maçonnerie construite; la teinte rouge indique celles que l'on doit construire ; enfin, la teine jaune celles que l'on doit démolir. Dans le génie militaire, ces teintes sont modifiées : on représente en rouge la maçonnerie construite ; celle qu'on doit établir est désignée en jaune; enfin, les ouvrages en terres sont présentés en noir.

25, 26, 27. Sables, — dunes, — galets.

Le fond de *sable* se lave avec une teinte plate d'une couleur aurore ; elle est composée de 4 parties de gomme-gutte, de 2 parties de carmin et d'une partie d'encre de Chine.

Les *dunes* ou montagnes de sable qui arrêtent l'inondation se lavent comme les sables ; seulement, on a soin d'indiquer par l'ombre la base et la cime. Les galets reçoivent une teinte formée de 8 parties de gomme-gutte, de 2 parties de carmin et d'une partie d'encre de Chine.

28, 29. Ile, — banc de sable.

Les *îles* se réservent en blanc ; les *bancs de sable* se lavent comme les sables.

30. Rochers sur la côte[1]. — On passera une teinte de sépia sur les faces inclinées des rochers qu'on suppose être privées de lumière ; les faces exposées au jour recevront un glacis d'une très-légère teinte de jaune indien sali d'une demi-pointe de sépia ; efin les *rochers* reçoivent des tons jaunâtres, roussâtres et violacés placés en opposition.

31, 32. Récifs, — pêcheries. — Les *récifs* et les *pêcheries* ne s'indiquent que par des traits.

33. Canal *avec écluse et digues*. — Le canal étant dessiné au trait, on passe une teinte d'eau comme nous l'indiquons plus loin ; les digues peuvent recevoir une teinte légère de sépia.

34. Routes et chemins. — Les *routes et les chemins* reçoivent la même teinte que celle des allées des jardins d'agrément ou on les réserve en blanc. Quant à la partie *encaissée* ou *en chaussée* d'un chemin, on lui donne une teinte légère de sépia, que l'on renforce à droite ou à gauche par opposition à la lumière.

[1] Les *rochers* sont disséminés sur les flancs des montagnes ; ils bordent les ravins, les fleuves, les rivages des mers, etc. Leurs masses sont caractérisées à la plume et elles sont représentées en projections horizontales.

35, 36. Fleuve, — rivière.

On lave les *fleuves* et les *rivières* avec une teinte formée d'une partie de bleu de Prusse ou d'indigo et de 18 à 20 parties d'eau.

Remarque. Pour laver les eaux convenablement, après avoir mis la teinte plate on renforce les bords du côté de l'ombre au moyen d'une teinte bleue formée d'une partie de bleu de Prusse et de huit parties d'eau. Cette teinte s'applique d'une largeur proportionnelle à l'étendue de la surface occupée par les eaux; on l'adoucit à mesure qu'on s'avance vers le milieu. On agit de la même manière pour le bord placé du côté du jour, en employant une teinte moitié moins forte.

37. Fronts de fortification. — Tout ce qui est maçonnerie dans les fortifications se lave au carmin; les objets en terre ou en bois se lavent avec l'encre de Chine; enfin on lave les *eaux*, les *glacis*, les *bâtiments* suivant les principes posés précédemment pour chacun de ces objets.

38. Fort. — Le *fort* sera traité comme les fortifications pour chacune des parties qui le constituent.

39. Batteries et parallèles. — Les *batteries* sont mises en rouge de carmin; les *parallèles* peuvent être réservées en blanc ou recevoir une légère teinte de sépia.

40, 41. Rizières, — salines.

Les *rizières* reçoivent une teinte de prairie; les canaux d'irrigation prennent une teinte bleu clair.

Les *salines* sont représentées par une teinte eau de mer dans l'intérieur des bassins; quant aux chemins qui les séparent, on les lave avec une teinte formée d'une partie de sépia et d'une demi-partie de gomme-gutte.

42, 43, 44. Lacs, — moulins a eau, — moulins a vent.

Un lac prend la même teinte que celle des fleuves et des rivières : une partie de bleu de Prusse, 10 à 20 parties d'eau. Le bâtiment des moulins se met au carmin.

Il en serait de même pour la *tour*, la *chapelle*, etc.

51. Ruisseaux et montagnes.

Les ruisseaux sont indiqués par un seul trait en bleu effilé vers la source.

Les *montagnes* prennent une teinte formée d'une partie d'encre de Chine, d'une partie de sépia et d'une pointe de bleu de Prusse.

Eaux de la mer. Les *eaux de la mer* sont lavées avec une teinte formée d'une partie de bleu de Prusse, d'une demi-partie de gomme-gutte et de 20 à 24 parties d'eau.

DES CADRES OU BORDURES DES PLANS.

258. Les *cadres* ou *bordures des plans* sont des entourages plus ou moins compliqués, dessinés autour des plans pour leur donner un ensemble plus agréable. On les dessine proportionnellement à la grandeur du plan qu'elles doivent orner; il faut éviter qu'elles soient d'un dessin lourd, car elles nuiraient à l'effet général du plan; lorsqu'elles sont maigres, elles manquent de grâce et laissent à désirer quelque chose dans le fini du travail.

On dessine les *bordures* au moyen du tire-lignes, afin d'obtenir des filets d'une grosseur uniforme et régulière; les distances entre les filets sont établies au moyen du compas, pour les avoir d'une régularité parfaite.

La figure 124 donne plusieurs modèles de *bordures*



Fig. 124.

simples; on les emploie fréquemment dans les plans ordinaires, peu étendus ou peu compliqués. Le nombre des

dessins de bordures est infini; le goût du dessinateur est le meilleur guide, soit pour choisir la bordure qui convient le mieux à un plan, soit pour combiner les filets de grosseurs différentes pour produire l'effet le plus convenable.

La figure 125 présente des modèles de *bordures com-*



Fig. 125.

posées. la simple inspection de ces dessins donne suffisamment la manière de les construire pour nous dispenser d'en expliquer le tracé.

INSTRUCTION SUR L'USAGE PARTICULIER DES DEUX TABLEAUX DE TOPOGRAPHIE DANS L'ENSEIGNEMENT DE L'ARPENTAGE.

Les deux *tableaux de topographie* peuvent servir de modèles aux maîtres qui veulent exercer convenablement leurs élèves à la construction d'un *plan général topographique*, servant d'exercice de récapitulation[1] à la fin de l'année.

Voici les conseils que nous donnons pour cet objet, d'après notre vieille expérience dans l'enseignement de l'arpentage.

1° On fera dessiner aux élèves des plans partiels représentant plusieurs pièces contiguës de diverses cultures : *bois, bruyères, vignes, landes*, etc., avec une échelle déterminée.

Le maître indiquera la surface de chacune des pièces[2] et les élèves les construiront d'après les données, mais en suivant leur idée particulière : ils formeront donc des *trapèzes*, des *triangles* ou des *polygones quelconques*.

Le plan qui réunira les cultures indiquées sera dessiné au *trait*,

[1] Le jour de la distribution des prix, si les chefs d'établissement exposent les travaux des élèves pendant l'année, ils peuvent mettre le plan de topographie au nombre des objets exposés.

[2] Le nombre des pièces sera déterminé : trois, cinq, etc.

puis *lavé ;* on devra l'entourer d'un cadre (n° 258) que les élèves composeront eux-mêmes.

(*Le plan étant terminé, le maître donnera des notes d'encouragement d'après le mérite relatif du travail.*)

REMARQUE. On comprend facilement que ce seul exercice fera appliquer les principes d'*arpentage*, de *levé* et de *lavis* des plans et même de *division des terres* ; en effet, l'élève, après avoir choisi la forme d'un terrain (*rectiligne, curviligne ou mixtiligne*) déterminera (*connaissant la surface*) les dimensions des *bases* et des *hauteurs* nécessaires pour la construction des figures.

On pourra, par ce moyen, former le plan d'une *ferme et de ses dépendances.*

2° On fera dessiner[1] sur un cours d'eau les divers ponts qui servent de communication entre les deux rives, ainsi que les signes de navigation et les accidents tels que *barrages, gués à pied*, etc., qui peuvent s'y rencontrer.

Les élèves formeront le plan d'une *ville*, d'un *village*, ayant un nombre de rues déterminé, mais d'après la disposition qu'ils préféreront comme étant la plus convenable : ils figureront l'*église*, la *chapelle*, les *places*, quelques *alignements à modifier*, les *promenades*, les *quais*, etc.

3° Enfin on fera dresser *deux tableaux topographiques* au *trait* et au *lavis* résumant les divers exercices de l'année ; le premier, d'après notre tableau n° 1, reproduira exactement chaque partie qui le constitue, mais dans un autre ordre, ce qui par conséquent donnera des formes différentes aux pièces ; le second tableau sera fait d'après notre tableau n° 2 et dans les mêmes conditions que le premier, en s'écartant autant que possible de l'ordre que nous avons adopté : plaçant la *ville* à tel endroit, les *salines* à tel autre, etc.

Ce plan servira pour concours d'arpentage et sera exposé publiquement avec indication de la mention d'encouragement.

Par ce dernier exercice, l'élève peut être suffisamment exercé pour opérer avec une habileté que nous avons toujours obtenue en employant cette méthode ; et ce genre de travail, tout en flattant l'œil, sera d'une certaine utilité au besoin.

[1] L'échelle sera toujours déterminée.

CHAPITRE VIII.

5° BORNAGE DES TERRAINS.

259. *Borner un terrain,* c'est fixer les *limites* des superficies relativement aux propriétés contiguës, au moyen de *signes apparents* nommés *bornes*, et déterminer par conséquent l'étendue particulière de chacune d'elles.

260. Les *bornes* sont donc des points fixes, *naturels* ou *artificiels ;* elles marquent la séparation ou la ligne de division de deux héritages contigus : ainsi un *mur,* un *fossé,* un *cours d'eau*, etc. peuvent être considérés comme des bornes ; mais on a l'habitude de prendre diverses pierres plantées debout et enfouies plus ou moins en terre suivant leur longueur, ainsi que nous le verrons plus loin.

Du bornage.— **261.** On entend par *bornage* l'action de borner les superficies : c'est un contrat synallagmatique, qui devient valable lorsque les parties intéressées ont pris part à cette opération et ont signé toutes les conventions établies pour arriver à cet objet.

262. Dans les bornages des superficies, il ne faut plus avoir égard aux dispositions coutumières qui exigeaient, avant le code, que tout bornage fût fait par autorité de justice ; car on ne devra recourir aux tribunaux que lorsque les parties ne pourront pas s'entendre, c'est-à-dire lorsque l'une refuse de procéder au bornage, ou lorsqu'elles ne peuvent pas tomber d'accord sur les experts.

263. D'après l'article 646 du Code civil, tout propriétaire peut obliger son voisin au bornage de leurs propriétés

contiguës[1]. Cette disposition de la loi dérive naturellement des mêmes principes que l'action en partage : en effet, personne n'étant obligé de rester dans l'indivision, personne aussi n'est obligé de laisser indécise la ligne qui doit séparer son héritage de l'héritage voisin.

264. Le bornage des propriétés contiguës doit *être fait dans l'état de la possession actuelle des propriétaires*, et il n'y a lieu à arpentage, pour déterminer où doivent être placées les bornes, qu'en cas de revendication de la part d'un des propriétaires. Dans ce dernier cas, si, après l'opération d'arpentage, il résulte qu'un des propriétaires possède une quantité de terrain plus grande que celle qui est énoncée par ses titres, et l'autre une quantité plus petite, le bornage devra se faire de la manière suivante :

1° *La quantité excédante d'une part est égale à celle qui manque à l'autre.*

Dans cette circonstance, il n'y a aucune difficulté pour la répartition, on rendra à l'un ce que l'autre a de trop.

2° *La quantité excédante d'une part est plus grande que celle qui manque à l'autre.*

Dans ce cas, comme dans celui où *il y aura moins que celle qui est portée aux titres,* le terrain excédant ou celui qui manque devra être partagé entre les parties, au prorata de leur quantité respective, en participant au gain comme à la perte, chacun proportionnellement à leur contenance; c'est l'avis des plus célèbres jurisconsultes.

Observation. Ce que nous disons au sujet des restitutions ne doit pas s'appliquer lorsqu'on invoque utilement la prescription, car cette manière d'acquérir est un titre légal[2] auquel on ne peut opposer la mauvaise foi ni même

[1] Cet article reçoit son application à l'égard de l'*État*, des *communes*, et des *établissements publics*.
[2] Voir le Code civil, 2262.

les titres. Donc, quand même il serait prouvé que le terrain qui excède l'indication donnée par les titres faisait réellement partie de l'héritage contigu, dès que le premier possède non à titre précaire, depuis le temps nécessaire pour prescrire, il est, aux yeux de la loi vrai propriétaire de l'objet contesté : par conséquent, le bornage doit, dans cette circonstance, comme nous l'avons dit précédemment, *être fait dans l'état de possession actuelle des propriétaires*. Cependant, la prescription ne sera jamais invoquée dans le cas où la possession sera clandestine, c'est-à-dire lorsqu'elle est le résultat d'une anticipation faite graduellement en labourant ou en fauchant.

Remarque. Le possesseur auquel l'arpentage ou le bornage a enlevé une certaine portion du terrain dont il jouissait précédemment ne doit restituer que les fruits perçus depuis que l'action est intentée, à moins qu'il n'eût anticipé de mauvaise foi : dans ce cas, il doit les dommages et intérêts résultant de son entreprise, et en outre les revenus depuis son anticipation.

265. Le *bornage* des terrains contigus se fait à frais communs par des arpenteurs-géomètres qui font partie des experts et entre les mains desquels les intéressés doivent remettre de bonne foi les titres et les renseignements respectifs. Quand un bornage donne lieu à certaines contestations, c'est à celui qui succombe de payer les frais qu'entraînent les contestations. Personne n'a le droit de borner soi-même sa propriété sans la participation et hors de la présence des parties intéressées.

266. Quand le bornage avec l'administration forestière est remplacé par des fossés de clôture, les frais sont supportés en entier par la partie requérante et pris sur son terrain. Les frais sont supportés en entier par le gouvernement, lorsqu'il s'agit du bornage des propriétés soumises à la servitude des places de guerre d'avec celles qui n'y sont pas soumises.

267. Lorsqu'un propriétaire borne sa pièce en l'absence de son voisin, celui-ci peut l'attaquer devant le juge de paix, comme coupable de voies de fait. Quand le bornage est par consentement mutuel ou par autorité de justice, on ne peut arracher les bornes sans se rendre coupable du délit *prévu par l'article 456 du Code pénal.*

MANIÈRE DE PROCÉDER AU BORNAGE D'UN TERRAIN.

268. Lorsqu'on veut procéder à un bornage à l'amiable[1], trois experts sont convenus entre les parties: d'abord chacune des parties a le sien, puis on s'entend pour le troisième. On rédige ensuite un acte, par lequel les parties nomment des experts; on énonce dans cet acte, les héritages qui doivent être limités suivant les titres remis à chacun des experts : alors, et en vertu de ce pouvoir, contenu dans cet acte synallagmatique signé par chaque propriétaire, les experts procèdent d'abord à l'examen des titres, puis à l'arpentage des terres, ensuite à la reconnaissance des anciennes bornes s'il en existe; enfin on procède à la pose des bornes nouvelles, et l'on rédige un *procès-verbal* relatif aux opérations du bornage.

269. Les *bornes* sont des pierres[2] ou des grès de 50 à 60 centimètres de longueur, plus ou moins enfoncées en terre. Pour les planter, on fait un trou d'une profondeur suffisante; on place d'abord quatre moellons, auxquels on

[1] Il est entendu que les frais du bornage sont proportionnels à l'étendue de chaque propriété, car autrement le propriétaire d'une portion considérable de terrain pourrait ruiner son voisin qui n'en aurait qu'une très-petite partie, en lui faisant supporter la moitié des dépens.

Quand il s'élève des incidents sur la demande en bornage, alors ils suivent le sort de tous les procès, dont les frais sont supportés par celui qui succombe.

[2] Ces pierres devraient être taillées carrément dans la partie qui sort de terre ; cette forme pourrait servir à les faire distinguer des pierres ordinaires.

donne le nom de *témoins de la borne,* puis au milieu de ces moellons, on casse une tuile, dont on rapproche les morceaux qui portent le nom de *témoins muets*. Quelquefois au lieu de tuile, on fait usage d'un caillou que l'on brise en plusieurs parties, en deux par exemple, et l'on écrit avec une petite tige en cuivre, sur l'une des deux parties[1], la portée de la chaîne du côté où on la place dans le trou; on en fait autant sur l'autre morceau sur lequel on inscrit la portée du côté contigu. Enfin, dans certains endroits on a l'habitude de placer entre les moellons une certaine quantité de petites pierres, des morceaux de charbon, des ardoises ou des briques brisées en plusieurs parties. Ces débris peuvent laisser des traces, si l'on venait à enlever les bornes qu'on place par-dessus ces objets en en laissant passer 10 à 15 centimètres au-dessus du sol.

On dresse ensuite un *procès-verbal* assez bien circonstancié pour que, si les bornes venaient à être enlevées, on puisse reconnaître l'endroit où elles avaient été placées[2].

270. Les bornes en pierres n'étant pas comme les *haies*, les *fossés*, etc., de nature à entourer l'héritage de manière à pouvoir suivre les différents angles qu'il fait, on est dans l'usage de les établir de manière que la démarcation soit fixée par une ligne droite d'une borne à l'autre. Quand l'héritage a une certaine étendue ou lorsque l'inégalité du terrain empêche que de l'une des bornes on puisse apercevoir l'autre, on place une troisième borne dans l'endroit d'où il est possible de voir les deux autres.

271. Si des fossés, des sentiers ou des haies tiennent lieu de bornes, on est dans l'usage d'en déterminer la largeur et la profondeur. Ces objets sont de fait mitoyens et

[1] L'expérience a prouvé que l'écriture faite avec le cuivre sur la partie cassée d'un caillou noir, placé à l'abri du mauvais temps, reste lisible pendant plusieurs siècles.

[2] Voir la formule d'un *procès-verbal* de bornage.

c'est du milieu du fossé, du sentier, etc., que part la limite ou le point de démarcation. On a soin de bien désigner dans le procès-verbal toutes les modifications qui se rattachent aux bornes.

Observation. Les bornes sont mises ordinairement aux angles des figures, afin qu'elles puissent servir pour le bout et le côté; on en met aussi sur la largeur, mais elles ne peuvent servir que pour le côté. Certains propriétaires font placer les bornes au-dessous du sol pour que le soc de la charrue puisse passer aux angles des pièces sans être accroché.

272. Sur les plans des pièces, les bornes nouvelles d'un bornage récent sont indiquées par des carrés en rouge; les carrés noirs représentent les bornes anciennes au moment de l'opération, et qu'on a jugé à propos de conserver.

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX.

273. Les parties intéressées dans un bornage peuvent toujours se faire délivrer un extrait du procès-verbal de bornage. Ces extraits se font de deux manières :

Dans le premier cas, ils peuvent résumer ou analyser les diverses parties du procès-verbal qui intéresse la personne à laquelle cet extrait est destiné ; dans le second cas, ils reproduisent mot-à-mot ce que l'on se propose d'extraire.

274. *L'extrait de procès-verbal est régulier* lorsqu'il contient :

1° La mention de la nature de l'acte d'où il est tiré comme un *arpentage figuré*, un *bornage*, etc.;

2° La date de l'acte, le nom de l'arpenteur et ceux des parties, avec les qualités dans lesquelles elles ont agi, et en général les énonciations substantielles de l'acte, c'est-à-dire celles sans lesquelles il ne pourrait subsister, comme le consentement à un bornage, etc. ;

3° La transcription littérale de l'enregistrement ; enfin,

l'*extrait* doit énoncer que l'arpenteur qui le délivre est possesseur de la minute. (*Voir le modèle d'un extrait*, quatrième partie de l'ouvrage.)

OBSERVATIONS SUR LES FORMALITÉS QUE LES EXPERTS ONT A REMPLIR DANS LA RÉDACTION DE LEURS PROCÈS-VERBAUX.

275. Comme l'émission de certaines formalités, rigoureusement exigées par la loi, peut entraîner la nullité d'une opération, nous croyons devoir présenter ici certaines observations d'une grande importance afin de guider les experts dans la rédaction de leurs procès-verbaux.

276. Dans le préambule du rapport des experts, il faut énoncer :

1° Les noms, prénoms, qualités et demeures des experts; la date du jugement qui a nommé ces derniers et de quel tribunal il émane; puis les noms, prénoms, professions et demeures des parties entre lesquelles ce jugement a été rendu ;

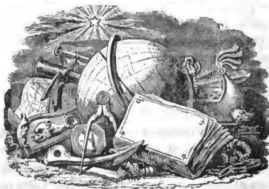
2° La date de la prestation du serment des experts: le nom du juge qui l'a reçu : on indiquera si les parties intéressées étaient présentes ou représentées ; en cas d'absence de celles-ci, la date de la sommation qui a dû leur être faite de se trouver à l'opération ;

3° Les faits de la cause et le but de la mission des experts: pour plus de précision à cet égard, ils pourront transcrire le dispositif du jugement en ce qui concerne l'objet dont ils sont chargés. Ils indiqueront ensuite leur transport sur les lieux litigieux; et si les parties y sont présentes ou représentées, ils en feront mention, ainsi que des dires, réquisitions et observations qu'elles auront faits, en y donnant toutefois la forme convenable. Chaque dire ou observation devra être signée, séance tenante, par celui qui l'aura faite.

277. Lorsque l'une des parties ou plusieurs feront défaut,

les dires et réquisitions de la partie présente n'en seront pas moins reçus et consignés au rapport. Les experts auront à s'expliquer sur le contenu de ces observations, si, toutefois, elles ont trait à leur mission.

278. Après avoir examiné les lieux et s'être entendu sur le mode d'opération qu'il conviendra d'adopter, les experts procéderont, sur le vu des titres de propriété, au mesurage des biens en litige, et ils en dresseront le plan. Ils feront ensuite le règlement de l'opération, et fixeront les reprises de terrain à exercer en faveur des pièces en déficit, en indiquant à l'encre rouge, sur le plan dressé lors du mesurage, les changements à effectuer pour la nouvelle délimitation des pièces, et ils dresseront un nouveau plan, d'après les changements projetés. Enfin, ils soumettront de nouveau le travail aux parties ; si elles l'approuvent, les experts le constateront et le leur feront signer ; s'il en était autrement, ils consigneront les observations qui pourraient être faites. (*Voir les modèles*, 4e partie de l'ouvrage.)



TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE IX.

SOLIDOMÉTRIE.

Observation. Souvent il est nécessaire d'évaluer les massifs de terre dans les travaux de terrassements,—de connaître la quantité cubique de liquide contenue dans un vase, un tonneau, une cuve, etc.,—de cuber[1] les pièces de bois ou certains volumes de maçonnerie, etc. Pour parvenir à cet objet, il faut étudier les principes au moyen desquels on peut calculer la *solidité* ou le *volume* des corps.

279. On nomme *solidométrie* ou *stéréométrie* la partie de la géométrie pratique qui traite de la mesure du volume des corps. Nous avons vu (n° 73, page 40) ce qu'on entend par *volume*, *corps* ou *solide*, et nous avons donné les définitions relatives aux principaux corps qu'on peut avoir à mesurer.

Dans ce chapitre, nous allons compléter ce qui a été dit précédemment

280. Les *corps* se divisent en *deux sections* relativement à la surface qui les enveloppe : les uns sont terminés par

[1] On dit *cuber un corps* pour faire entendre que idéalement on ramène le volume de ce corps à un cube équivalent. Le cubage métrique est celui qu'on obtient en ramenant le volume d'un corps au mètre cube, à ses multiples ou à ses sous-multiples.

des *surfaces planes* comme le *prisme*, la *pyramide*, etc.; les autres présentent des *surfaces courbes* ou arrondies comme le *cylindre*, la *sphère*, etc.

281. *Mesurer le volume d'un corps*, c'est déterminer combien de fois il contient le volume d'un autre corps pris pour unité. On fait usage aujourd'hui du *mètre-cube* pour l'unité de volume, et c'est au mètre-cube, à ses multiples et à ses sous-multiples qu'on rapporte la solidité des corps quelconques.

MESURE DU VOLUME DES CORPS.

DU CUBE.

282. Dans un chapitre précédent nous avons nommé *cube* un *prisme* dont les polygones des *bases* sont des carrés égaux (n° 74, pag. 40); comme le *cube* est l'unité à laquelle on rapporte tous les volumes, il est nécessaire de démontrer la manière de le mesurer.

Soit un *cube* ayant 4 décimètres sur chacune des *dimensions*, *longueur*, *largeur*, *épaisseur* (ou *hauteur*) (fig. 126).

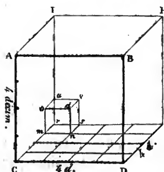


Fig. 126.

Nous savons que pour mesurer la surface d'un carré (n° 38, pag. 20), il faut multiplier la *longueur* par la *largeur* : or, si dans le *cube* ACDE[1] nous multiplions la *longueur* CD par la *largeur* DE, nous obtenons 4 × 4 ou 16 décimètres carrés, c'est-à-dire 16 petits carrés égaux à *m n s r* sur la surface CDE *r*; mais si au carré

[1] On indique un cube en énonçant les lettres qui se trouvent à chaque extrémité des trois dimensions, c'est-à-dire, de la *hauteur* AC, de la *longueur* DC, et de la *largeur* ou *profondeur* DE.

mnsr nous donnons une *épaisseur* ou *hauteur* de 1 décimètre, nous obtenons alors un petit cube *omns* qui peut être répété 16 fois sur la surface CDE *r*; par conséquent, si nous plaçons 16 cubes sur la surface CDE*r*, nous obtenons un volume ayant 4 décimètres de long, 4 décimètres de large et 1 décimètre de haut, représenté par DC *ru*. La *hauteur* devant avoir 4 décimètres comme les autres dimensions, on comprendra facilement qu'il s'agira de placer une nouvelle couche de 16 décimètres cubes sur la première, puis une autre sur la seconde, enfin une dernière sur la troisième : ce qui donnera 16 décimètres cubes répétés 4 fois ou 64 décimètres cubes dans le cube ACDE.

Donc, *pour avoir la solidité d'un cube quelconque il faut multiplier la surface de la* BASE *par la* HAUTEUR.

D'après cela on comprendra que le mètre cube contient $10 \times 10 \times 10 = 1000$ décimètres cubes.

Observation. Par ce qui précède, il est facile de voir que dans les cubes les sous-multiples de l'unité sont de mille en mille fois plus petits que cette unité; que le décimètre cube est mille fois plus petit que le mètre cube, que le centimètre cube est mille fois plus petit que le décimètre cube, etc.

Si l'on avait à écrire, en nombre décimal, 5 mètres cubes 12 décimètres cubes, on écrirait 5,012, en mettant un zéro entre 5 et 1, pour que le nombre 12 exprime des millièmes relativement aux mètres.

Le nombre 5 mètres cubes 721045 ou 5,721045 s'énoncerait, par le même principe, 5 mètres cubes 721 décimètres cubes 45 centimètres cubes.

Nous en avons dit assez sur le solide auquel on ramène idéalement tous les autres; examinons maintenant la manière de cuber les autres solides.

DU PRISME.

283. *Le volume du prisme s'obtient en multipliant la surface d'une de ses bases par la hauteur.*

En représentant par B la *base*, par H la *hauteur* et le *volume* par V, on aura la formule suivante ·

$$V = B \times H.$$

Application. *Un prisme* ABDCFE (fig. 127) *a* 5 *mètres carrés pour* BASE CDF *et* 3 *mètres* 25 *pour* HAUTEUR FE : *quel en est le volume?*

La base CDF étant triangulaire, nous en déterminons la surface au moyen de la règle présentée (n° 48, page 24); d'après la formule précédente on aura :

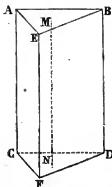


Fig. 127.

$$V = 5 \times 3{,}25 = 16{,}25$$

ou 16 mètres cubes 250 décimètres cubes.

Si la base du prisme est *quadrangulaire pentagonale*, etc., on opère, de la même manière pour obtenir le volume de ce prisme, en déterminant la surface des bases d'après les principes particuliers relatifs aux figures qu'elles présentent.

Enfin, lorsque le *prisme est oblique*, on considère pour hauteur la perpendiculaire abaissée du sommet sur le plan prolongé de la base, et l'on opère, pour en avoir la solidité, comme pour le *prisme droit.*

DU CYLINDRE.

284. *On obtient le volume du cilyndre (droit ou oblique) en multipliant la surface de sa* BASE ABCD *par la* HAUTEUR AE.

Application. *Un cylindre* ABCDEF (fig. 128) *contient* 4 *mètres* 25 *pour base* ABCD (*cercle qui se mesure d'après la règle donnée n°* 61, *page* 41), *et* 2 *mètres* 50 *de hauteur : on demande quel en est le volume ?*

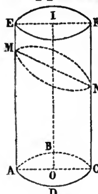


Fig. 128.

D'après la règle précédente on aura

$$V = 4{,}25 \times 2{,}50 = 10{,}6250$$

ou 10 mètres cubes, 625 décimètres cubes.

DE LA PYRAMIDE.

285. *Le volume*[1] *d'une* PYRAMIDE *s'obtient en multipliant la surface de la base par le tiers de sa hauteur perpendiculaire.*

[1] En Egypte, il existe plusieurs pyramides ; la plus grande d'entre elles (GYZEH) a 146 mètres de hauteur verticale, et elle est légèrement tronquée au sommet. Supposons-la entière, la hauteur sera alors d'environ 150 mètres ; comme la base est un carré de 220 mètres environ, on peut en déterminer le volume d'après la formule donnée précédemment ; on aura donc :

$$\frac{(220 \times 220) \times 150}{3} = 2{,}420{,}000 \text{ mètres cubes.}$$

Un mètre cube pesant environ 2,000 kilogrammes, le poids de cette pyramide sera de 4,840,000,000 kilogrammes, ou plus exactement 4,600,000,000, en retranchant la petite pyramide supérieure qui manque et les vides intérieurs. La force moyenne d'un cheval étant connue, il faudrait pour la traîner 4 millions de chevaux. Le contour de l'Égypte étant d'environ 2,000 kilomètres, en supposant une muraille de cette longueur ayant trois mètres de haut, on aurait 6,000,000 de mètres carrés pour la surface d'un des côtés.

En divisant le volume 2,420,000 mètres cubes par 6 millions, on aura pour quotient 40 centimètres.

Donc, la matière avec laquelle on a bâti la grande pyramide d'Egypte suffirait pour faire un mur qui ceindrait cette contrée, et qui aurait trois mètres de hauteur et une épaisseur de 40 centimètres.

Application. *Quel est le volume de la pyramide* ABDCM (fig. 129), *dont la base* ABDC *égale* 16 *mètres carrés et dont la hauteur* NM *est de* 9 *mètres* 45 ?

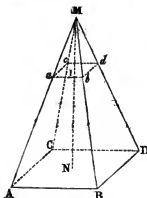


Fig. 129.

La règle posée plus haut donne :

$$v = \frac{16 \times 9,45}{3} = 50,40,$$

c'est-à-dire 50 mètres cubes 400 décimètres.

REMARQUE. Lorsque la pyramide est oblique, la hauteur est la perpendiculaire abaissée sur le prolongement de la base.

DE LA PYRAMIDE TRONQUÉE. **286.** — La *pyramide tronquée* est celle à laquelle on a retranché la partie supérieure *a b d c*M (fig. 129) parallèlement à la base.

287. *Pour avoir le volume de la pyramide tronquée, on multiplie la surface de la grande base par la longueur d'un de ses côtés ; on multiplie ensuite l'autre base par le côté correspondant, puis on fait la différence des deux produits obtenus que l'on multiplie par la hauteur du tronc ; en divisant le dernier produit par le triple de la différence des deux côtés, on a le volume demandé.*

Application. *Quel est le volume du tronc de pyramide* ABDC a b d c (fig. 129), *sachant que la base inférieure* ABDC *égale* 16 *mètres carrés, la base supérieure* abdc *égale* 4 *m. carrés ; enfin la hauteur* NI *ayant* 8 *m.*

1° La surface de la base ABDC étant de 16 mètres carrés, le côté AB égalera $\sqrt{16}$ ou 4 mètres.

[1] *Une pyramide d'une base quelconque* peut se partager en autant de pyramides triangulaires qu'on peut former de triangles dans

2° La base *abcd*, ayant 4 mètres carrés pour surface, le côté *ab*, correspondant à AB, égalera $\sqrt{4}$ ou 2 mètres.

D'après la règle précédente, on multipliera :

1° 16 mètres carrés par la longueur 4 et l'on aura $16 \times 4 = 64$;

2° 4 mètres carrés par 2 ce qui donnera $4 \times 2 = 8$.

Ensuite on retranchera 8 de 64 pour avoir 16 que l'on multipliera par la hauteur NI ou 8 mètres, on obtiendra alors $16 \times 8 = 128$ qu'il faudra diviser par le triple de $(4-2)$ ou par $3 \times 2 = 6$ et l'on aura :

$$\frac{128}{6} = 21{,}333$$

ou 21 mètres cubes 333 décimètres cubes pour le volume de la pyramide tronquée proposée.

DU CONE.

288. *On trouve le volume du* CÔNE *en multipliant la surface de la base par le tiers de sa hauteur perpendiculaire.*

Application. *Un cône* BAC (fig. 130) *a* 18 *mètres de* base *sur* 6 *m.* 50 *de hauteur : quel en est le volume ?*

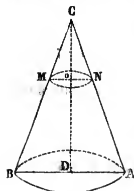


Fig. 130.

D'après la règle précédente nous aurons pour le volume du cône :

$$v = \frac{18 \times 6{,}50}{3} = 39 \text{ mètres cubes.}$$

Remarque. Il est facile de comprendre qu'un cône peut être considéré comme une pyramide dont la base, qui est un cercle, est un polygone d'un nombre infini de côtés.

sa base ; comme ces pyramides ont toutes la même hauteur, et que l'ensemble de leurs bases détermine celle de la pyramide décomposée, on peut dire que *le volume d'une pyramide est égal,* etc.

Du cône tronqué.— **289.** Le *cône tronqué* est celui auquel on a retranché la partie supérieure MNC parallèlement à la base.

290. *On obtient le volume d'un* cône tronqué *en faisant la somme des rayons des deux bases, puis le carré de cette somme ; en multipliant ensuite les rayons par eux-mêmes, pour retrancher le résultat du carré de la somme de ces mêmes rayons ; enfin, en multipliant le reste par le tiers de la hauteur perpendiculaire du tronc, et ce dernier produit par* 3,1416.

Application. *Soit proposé de trouver le volume du* tronc de cône BANM (fig. 130) : *sachant que le diamètre de la base inférieure* BA *égale* 4 *mètres* 4, *le diamètre de la base supérieure* MN *égale* 1 *mètre* 4, *enfin la hauteur* DO *égale* 4 *mètres*.

D'après la règle précédente, nous faisons la somme des rayons : le premier égale la moitié de 4,4 ou 2,2 ; le second équivaut à la moitié de 1,4 ou 0,7 : donc la somme sera (2,2 + 0,7) = 2 mètres 9.

Nous faisons le carré de 2,9 et nous obtenons 8,41.

Faisant le produit des deux rayons, on a :

$$2,2 \times 0,7 = 1,54.$$

Retranchant 1,54 de 3,41, nous obtenons 6,87 pour différence.

Multipliant 6,87 par le tiers de la hauteur 4, nous obtenons :

$$6,87 \times \frac{4}{3} = 9,16.$$

En multipliant 9,16 par 3,1416, nous avons pour résultat :

$$9,16 \times 3,1416 = 28,777$$

ou 28 mètres cubes 777 décimètres cubes pour le volume du *cône tronqué* proposé.

DE LA SPHÈRE.

291. *Le volume de la sphère s'obtient en multipliant la surface de cette sphère par le tiers du rayon.*

Application. *Soit une sphère* ADBCGH (fig. 131) *ayant* 3 *mètres* 36 *de diamètre : on en demande la solidité.*

On cherche la surface d'une sphère, qui a 3 mètres 36 de diamètre, d'après la règle donnée n° 90, page 44 : on obtient 35 mètres carrés 47 décimètres carrés. On multiplie cette surface 35,47 par $\frac{1,66}{3}$, et l'on a :

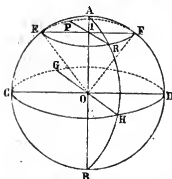


Fig. 131.

$$35,47 \times \frac{1,66}{3} = 19,6287$$

ou 19 mètres cubes 628 décimètres cubes pour la solidité de la sphère proposée.

Remarque. On comprendra la raison de la règle précédente : car une sphère peut être décomposée en une infinité de petites pyramides, ayant pour base une partie de la surface de la sphère, et pour hauteur son rayon.

DU SECTEUR SPHÉRIQUE.

292. *Le volume du* secteur sphérique *s'obtient en multipliant la surface de la calotte sphérique par le tiers du rayon.*

Application. *On propose de trouver le volume du* secteur sphérique OEPFRE (fig. 131) : *sachant que la surface de la calotte* EPFREA *égale* 6 *mètres carrés* 28 *décimètres carrés, et que le rayon* OE *égale* 3 *mètres* 6.

D'après la règle précédente, nous multiplions la surface 6,28 de la calotte par le tiers de 3,6 et nous avons :

$$6{,}28 \times \frac{3{,}6}{3} = 7{,}536$$

ou 7 mètres cubes 536 décimètres cubes.

Remarque. La raison en est que le *secteur sphérique* peut être considéré comme un cône, ayant pour base la calotte sphérique, et pour hauteur le rayon de la sphère.

DU SEGMENT SPHÉRIQUE.

293. *Pour avoir la solidité d'un* segment sphérique *quelconque* (extrême ou intérieur), *il faut multiplier la surface du cercle qui lui sert de base* (ou la moitié de la somme de la surface de ses deux bases) *par l'épaisseur ou hauteur du segment ; puis ajouter à ce produit le volume d'une petite sphère qui aurait pour diamètre la hauteur du segment.*

Application. *On demande la solidité du segment sphérique* RFPEA (fig. 131) : *sachant que le rayon* IF *du cercle qui sert de base, égale 2 mètres et que l'épaisseur* IA *du segment égale* 0,80.

Nous déterminons d'abord la surface d'un cercle ayant 2 mètres de rayon, et nous trouvons 12 mètres carrés 56 décimètres carrés d'après les règles relatives à cette détermination. Nous multiplions 12,56 par l'épaisseur 0,80 du segment, et nous obtenons 10 mètres cubes 48 décimètres cubes.

Déterminant le volume d'une sphère (n° 291), qui a 80 centimètres de diamètre, nous avons 402 décimètres cubes.

D'après la règle précédente, nous ajoutons 10,048 à 0,402, et nous obtenons 10 mètres cubes 450 décimètres cubes pour le volume du segment extrême proposé.

Observation. On opérerait absolument de la même manière pour déterminer le volume du *segment sphérique intérieur* HDGCHRFPER (fig. 131) ; seulement on détermi-

serait la base moyenne entre les deux bases RFPER et HDGCH.

COIN OU ONGLET SPHÉRIQUE.

294. *On obtient le volume du* coin *ou* onglet sphérique *en multipliant la surface du fuseau sphérique qui lui sert de base, par le tiers du rayon de la sphère à laquelle il appartient (c'est-à-dire par le tiers du rayon de l'un des demi-grands axes qui déterminent ce coin).*

Application. *Quelle est la solidité de l'*onglet sphérique CHDOBH (fig. 131), *le fuseau sphérique* CBDHC, *qui lui sert de base, ayant* 6 *mètres carrés* 25 *décimètres carrés, et le rayon* OH *étant de* 1 *mètre* 38.

Nous multiplions 6 mètres carrés 25 par le tiers de 1,38 et nous obtenons :

$$6{,}25 \times \frac{1{,}38}{3} = 2{,}875$$

ou 2 mètres cubes 875 décimètres cubes pour le volume de l'onglet proposé.

Remarque. La raison de l'opération précédente est facile à comprendre, car l'onglet sphérique peut être considéré comme composé d'une infinité de petites pyramides ayant pour hauteur le rayon de l'onglet, et pour base totale la surface du fuseau sphérique.

POLYÈDRES RÉGULIERS QUELCONQUES.

295. *On obtient le volume d'un* polyèdre régulier quelconque *en multipliant la somme des surfaces qu'il présente par le tiers de son rayon.* (Ce rayon est la perpendiculaire abaissée du centre du polyèdre sur le milieu de l'une de ses faces.)

Application. *Soit proposé de déterminer le volume du dodécaèdre*[1] (fig. 132), *dont chaque face*

[1] Voir n° 85, page 43.

contient 1 *mètre de côté : sachant* 1° *que le rayon* o v *du polyèdre est* 2 *mètres* 52, *et* 2° *que le rayon* uo *d'une des faces égale* 0,76.

Nous multiplions la longueur 1,50 d'un des côtés par 5, (car une des faces du dodécaèdre est un pentagone régulier); nous obtenons 7 mètres 50 pour le périmètre du pentagone.

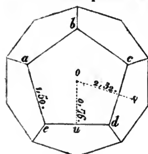


Fig. 132.

D'après le n° 59, page 31, pour avoir la surface d'une des faces, nous multiplions la longueur 7,50 du périmètre par la moitié de 0,76 (*apothème* ou *perpendiculaire abaissée du centre d'une de ses faces sur le milieu d'un des côtés*), et nous obtenons :

$$7{,}50 \times \frac{0{,}76}{2} = 2{,}85$$

ou 2 mètres carrés 85 décimètres carrés pour la surface d'une face. En multipliant cette surface par 12 (*nombre des faces du dodécaèdre*), nous avons :

$2{,}85 \times 12 = 34$ mètres carrés pour la surface totale du dodécaèdre.

Enfin, en multipliant 34 par le tiers du rayon du polyèdre ou $\frac{2{,}52}{3}$ on obtient :

$$34 \times \frac{2{,}52}{3} = 28{,}50$$

ou 28 mètres cubes 500 décimètres cubes pour le volume du polyèdre proposé.

Remarque. Il est facile de comprendre la raison de cette règle : en effet un polyèdre quelconque peut être considéré comme formé d'autant de pyramides qu'il y a de faces dans ce polyèdre, chacune de ces pyramides ayant son sommet au centre du solide.

CORPS IRRÉGULIERS QUELCONQUES.

296. Lorsqu'il s'agit de déterminer le volume d'un corps irrégulier comme un *fruit* quelconque, une *pierre*, une *chaîne*, un *fagot*, etc., on prend un vase d'une grandeur proportionnelle à l'objet à mesurer, on l'emplit d'eau, puis on plonge dans ce vase l'objet que l'on veut mesurer : l'eau qui s'échappe par l'ouverture pratiquée sur le côté, indique le volume ou la solidité du corps plongé dans ce liquide.

La figure 133 représente un vase ABDC plein d'eau, et dans lequel on a plongé une grappe de raisin R : l'eau s'échappe par une ouverture B ; elle est reçue dans une mesure de capacité ou dans un vase gradué pouvant indiquer de suite le volume du corps.

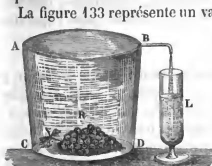


Fig. 133.

CAPACITÉ DES TONNEAUX (JAUGEAGE).

297. La formule relative au volume du *cône tronqué* (n° 289) présente un grand nombre d'applications : elle sert pour déterminer la capacité des chaudières, des cuves, des tonnes, des baquets, etc. ; enfin, si l'on n'a pas besoin d'une grande exactitude, on peut déterminer la capacité des *tonneaux*[1] qu'on peut considérer comme formés de deux *cônes droits tronqués* réunis par leur plus grande base.

298. Les *tonneaux* ne présentant pas une forme exacte-

[1] En bien observant les tonneaux, on peut voir facilement qu'ils sont composés de 4 et même de 6 cônes tronqués par rapport à la courbure des douves : alors, il faut évaluer en particulier chacun de ces cônes, puis en faire la somme pour avoir une précision plus grande dans l'appréciation de leur capacité.

ment cylindrique, pour en calculer la capacité il a fallu établir un rapport entre leurs différents diamètres : ce rapport a été fixé, dans ces derniers temps, par l'instruction du Ministre de l'intérieur. D'après la circulaire, les tonneaux doivent être calculés comme on le ferait s'il s'agissait d'un *cylindre ayant pour hauteur la longueur intérieure du tonneau, et pour diamètre celui du* bouge[1], *moins le tiers de la différence qui se trouve entre ce diamètre et celui des fonds.*

299. Pour jauger les tonneaux, les jaugeurs emploient un moyen très-simple qui leur donne, dans l'opération, le diamètre réduit.

Voici en quoi il consiste :

Ils plongent une mesure métrique dans le tonneau par l'ouverture de la bonde, et ils prennent aussi exactement que possible le plus grand diamètre intérieur (*diamètre du bouge*). Ils doublent la longueur trouvée, puis ils ajoutent ce double à la longueur du diamètre des fonds, s'ils sont égaux (*dans le cas contraire, ils déterminent le diamètre moyen*) ; ils prennent le tiers de la somme, puis la moitié de ce tiers. Ils élèvent au carré le dernier résultat, et ils multiplient ce carré par 3,1416 ; le produit obtenu, étant encore multiplié par la longueur du tonneau, détermine la capacité demandée.

Application. *On propose de déterminer la capacité du tonneau* ABDC (fig. 134) : *sachant que le diamètre* m n *du bouge est de* 0,60 ; *le diamètre de l'un des fonds* AD *égale* 0,50 ; *enfin la longueur* op *étant de* 0,90.

Nous doublons la longueur du bouge, ce qui donne 1,80 ; nous additionnons 1,80 à la longueur 0,50 du diamètre des fonds, et nous avons $(1,80 + 0,51) = 2,31$; nous

[1] On nomme *bouge* la partie la plus élevée d'un tonneau, son plus grand diamètre.

prenons le tiers de 2, 31, et nous obtenons 0,77; nous prenons la moitié de 0,77, ce qui égale 0,385.

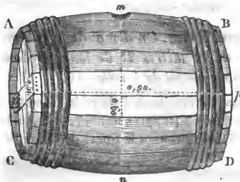


Fig. 134.

En élevant 0,385 au carré, nous avons pour résultat $(0,385 \times 0,385) = 0,148225$, que nous multiplions par 3,1416 pour obtenir 0,46556.

Enfin, nous multiplions 0,46556 par 0,90, le résultat 419 litres exprime la capacité du tonneau proposé.

CUBAGE OU CUBATURE DES BOIS RONDS ET DES BOIS ÉQUARRIS.

Bois ronds. **300.** Les *bois en grume* sont ceux qui possèdent encore l'écorce et l'aubier; on peut en avoir le volume en procédant de la manière suivante :

On prend, avec une mesure métrique, la circonférence moyenne[1] *de la pièce de bois ou du milieu de la longueur, et*

[1] La circonférence moyenne peut aussi s'obtenir en mesurant celles des deux bouts, en les ajoutant et en prenant la moitié de la somme.

Lorsqu'un nœud se trouve à l'endroit où il faut mesurer la circonférence moyenne de l'arbre, on mesure à 20 ou 30 centimètres du nœud, en descendant du côté de la souche.

Relativement aux longueurs, on a l'habitude de les compter en partant de la moitié de l'abatage. Lorsque l'arbre est déraciné, on prend sa longueur à 8 ou 10 centimètres plus bas de la naissance des maîtresses racines.

l'on multiplie le nombre obtenu par le quart du diamètre : le résultat multiplié par la longueur de la pièce de bois exprime le volume demandé.

1er problème. *On demande le volume d'un arbre* (fig. 135) *de 12 mètres 25 de long, et dont la circonférence moyenne est de 1 mètre 13.*

Solution. Déterminant d'abord le *diamètre* d'une *circonférence* de 1 m. 13 (d'après le n°17.—1°), on trouve 0,36 ou 36 centimètres ; prenant le quart de 36 centimètres on a 8



Fig. 135.

centimètres que l'on multiplie par 1,13, ce qui donne 0,0904 ou 0 mètre, 9 décimètres carrés, 4 centimètres carrés pour la surface du cercle moyen. Enfin on multiplie le nombre 0,0904 par 12,25, longueur de l'arbre, et l'on a 1,107400 ou 1 mètre cube, 107 décimètres cubes, 400 centimètres cubes.

301. On est dans l'usage de mesurer le bois en grume[1] en les ramenant, dans l'opération, au volume des bois équarris : alors on compense la perte produite par l'équarrissage. L'observation a fait connaître *que chacun des côtés d'un arbre équarri égale en étendue le cinquième de la circonférence moyenne du même arbre en grume.*

D'après cela on ne doit compter que le carré qui

[1] L'*artillerie*, employant essentiellement des pièces de bois très-solides, procède à leur mesurage de la manière suivante :

Après avoir mesuré les deux circonférences du bois en grume avec une mesure métrique, on ajoute les deux résultats, puis on en prend le dixième ; on élève ce dixième au carré et on multiplie le nombre obtenu par la longueur de la pièce de bois : le résultat donne le volume du bois contenu dans la pièce proposée.

peut être inscrit dans la circonférence moyenne ou, ce qui revient au même, en retranchant le cinquième de la surface d'une circonférence mesurée au milieu de la longueur.

2e problème. *Le tronc d'un arbre en grume a 2 mètres 50 de circonférence moyenne et 18 mètres de longueur : quel est le volume du bois (supposé équarri) qu'on peut tirer de ce tronc d'arbre?*

Solution. Ayant déterminé la circonférence moyenne, qui est de 2 mètres 50, on en prend le cinquième, et l'on a $\frac{2,50}{5} = 0,50$ centimètres; on fait le carré de 0,50 ce qui donne $(0,50 \times 0,50) = 0,25000$ ou 250 décimètres cubes.

En multipliant 250 décimètres cubes par la longueur de l'arbre ou 18 mètres, on obtient :

$$0,250 \times 18 = 4,500.$$

c'est-à-dire, 4 mètres cubes 500 décimètres cubes pour la solidité du bois équarri qu'on peut obtenir du bois en grume proposé.

Bois équarris.—**302**. Pour mesurer le volume d'une poutre ayant le même équarrissage à ses deux extrémités ou la même surface, on procède comme on l'a fait pour le prisme; c'est-à-dire, *qu'on multiplie la surface d'une de ses extrémités par la longueur de la poutre.*

303. Lorsque les deux extrémités ont un équarrissage différent, on fait séparément la surface des deux extrémités, on ajoute les deux résultats, on prend la moitié de la somme et l'on multiplie le nombre obtenu par la longueur de la pièce de bois.

304. On pourrait encore obtenir la solidité d'une pièce de bois équarrie en déterminant la surface de l'équarrissage moyen (ou du milieu de la pièce de bois) que l'on multiplierait par la longueur totale.

Le problème suivant donne la marche à suivre pour déterminer le volume d'une pièce de *bois équarrie*, d'une

planche, d'une *solive*, d'un *madrier*, d'une *volige*, etc.

3ᵉ problème. *Une pièce de bois* (fig. 136) *a 12 mètres de long sur* 25 *centimètres de large et* 3 *centimètres d'épaisseur : quel en est le volume ?*

Solution. On multiplie l'une par l'autre les trois arêtes



Fig. 136.

qui concourent à former un angle solide : c'est-à-dire, la largeur par l'épaisseur et par la longueur aboutissant au même point. On a donc :

$$0{,}25 \times 0{,}03 \times 15 = 0{,}1125$$

ou 112 décimètres cubes, et 500 centimètres cubes.

PLUS GRAND ÉQUARRISSAGE D'UN ARBRE.

305. On trouve le *plus grand équarrissage d'un arbre* abattu en mesurant le diamètre de l'arbre, puis en élevant ce diamètre au carré et en prenant la moitié du résultat.

La racine carrée de cette moitié exprime le côté du plus grand carré que peut donner l'arbre équarri à vive arête.

4ᵉ problème. *On propose de déterminer le plus grand carré que peut donner la pièce de bois équarrie provenant d'un arbre ayant* 1 *mètre* 41 *pour circonférence moyenne.*

Solution. Un arbre d'une circonférence moyenne de 1 mètre 41 contient 45 centimètres de diamètre.

D'après la règle précédente, nous élevons 0,45 au carré, ce qui donne $(0{,}45 \times 0{,}45) = 0{,}2025$ ou 0 mètre carré 2025 dix-millièmes ; nous prenons la moitié de 0,2025, ce qui égale 0,1012.

En extrayant la racine carrée de 0,1012, nous détermi-

nons 0,61 ou 61 centimètres pour le côté du plus grand carré de l'arbre équarri.

PLUS FORTE PIÈCE QU'ON PEUT TIRER D'UN ARBRE

306. Pour obtenir *la plus forte pièce d'un arbre,* on le mesure au milieu pour déterminer le diamètre; on carre ce diamètre et l'on prend le tiers; en extrayant la racine carrée de ce tiers, on obtient le côté du plus petit côté ou épaisseur de cette pièce. En extrayant la racine carrée des deux tiers du diamètre, on aura le plus grand côté ou la largeur de la pièce de bois.

5e problème. *Un arbre a* 3 *mètres* 77 *de circonférence moyenne, on demande quels sont les côtés de la plus forte pièce qu'on peut tirer de cet arbre.*

Solution. L'arbre ayant 3 mètres 77 pour circonférence moyenne aura pour diamètre moyen 1 mètre 20. Elevant 1,20 au carré on obtient 1 mètre carré 44; le tiers de 1,44 =0,48; la racine carré de 0,48 donne 0 mètre 69 pour le petit côté.

Prenant les deux tiers du carré du diamètre ou de 1 mètre 20 on a $\frac{1,20 \times 2}{3} = 0,80$ ou 0 mètre 80 centimètres; la racine carrée de 0,80 égale 0,89 (à moins d'un centième près). Donc le plus grand côté est de 0 mètre 89 centimètres.

CUBAGE DES MATÉRIAUX.

MOELLONS, PIERRES, BOIS, CAILLOUX, SABLES, ETC.

307. Pour mesurer des matériaux tels que *moellons, bois, pierres dures,* etc., on les dispose en parallélipipèdes rectangles que l'on évalue en mesurant les trois dimensions qui concourent à former un angle solide.

308. Les *terres* et les *sables* peuvent être disposés de la même manière, seulement les côtés prennent un *talus* ou *inclinaison* dont il faut nécessairement tenir compte. Pour

cela[1], on suppose les côtés verticaux, puis on évalue le volume du solide dont on distrait les parties qui manquent.

Voici un moyen facile de mesurer le volume d'un tas de cailloux, de sable ou de terre; il donne un résultat suffisant dans la pratique.

Application. *On propose de déterminer le volume d'un tas de terre* (fig. 137) *ayant* 22 *mètres* 30 *de longueur sur* 12 *mètres* 40 *de largeur pour la* BASE INFÉRIEURE; 14 *mètres* 16 *de longueur sur* 9 *mètres* 50 *pour la* BASE SUPÉRIEURE; *enfin* 3 *mètres* 50 *pour* HAUTEUR.

On commence par faire la somme de la longueur de la

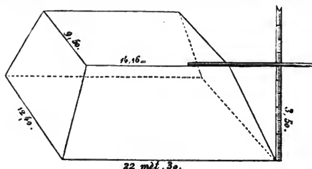


Fig. 137.

base inférieure avec celle qui est supérieure et l'on a (22,30+14,16)=36,46; on prend la moitié de cette somme, ce qui donne $\frac{36,46}{2}=18,23$ pour la *longueur moyenne*.

On détermine ensuite la *largeur moyenne* en faisant la somme de la largeur de la base inférieure avec celle de la base supérieure et l'on obtient (12,40+9,50)=21,90 qu'on divise par 2, ce qui donne 10,95 pour cette *largeur moyenne*.

[1] On peut encore considérer le volume du tas de sable comme un tronc de pyramide : alors on en calculera le volume comme on l'a indiqué n° 286, page 242.

En opérant comme pour obtenir le volume d'un parallélipipède rectangle, on aura :

$18,23 \times 10,95 \times 3,50 = 698$ mètres cubes 665 décimètres cubes (*à moins d'un millième près*).

CUBAGE DES VOUTES ET DES MANCHONS CYLINDRIQUES CREUX.

309. On nomme *voûte* tout ouvrage de maçonnerie cintré par son profil et dont les parties constitutives se soutiennent les unes sur les autres.

VOUTE PLEIN-CINTRE. — **310.** Pour avoir le volume d'une voûte plein-cintre [1], on fait la somme des rayons du cercle extérieur et du cercle intérieur de cette voûte ; puis on prend la moitié de cette somme que l'on multiplie par 3,1416. On multiplie le nombre obtenu par la différence des rayons, puis le nouveau résultat par la longueur de la voûte et l'on obtient le volume demandé.

Application. *Quel est le volume de la voûte plein-cintre* ACBDE (fig. 138) : *sachant que le rayon intérieur* OM *égale* 9 *mètres* 8, *le rayon extérieur* OA *égale* 12 *mètres* 4, *enfin que la longueur* CE *égale* 30 *mètres* 5.

Nous faisons la somme des deux rayons : nous avons 22

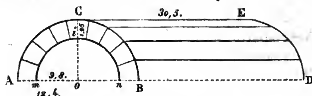


Fig. 138.

mètres 2 ; nous prenons la moitié de cette somme et nous obtenons 11 mètres 1 pour le rayon moyen. Nous multiplions 11,1 par 3,1416 pour obtenir 34 mètres 87 (*moitié de la circonférence moyenne*).

[1] Une voûte plein-cintre est celle dont l'arc demi-cercle entier a tous ses rayons égaux.

Prenant la différence des deux rayons, on obtient (12,4 —9,8) = 2 mètres 6 pour l'épaisseur *m*A de la voûte ; multipliant 34 mètres 87 par 2 mètres 6, on a 90 mètres carrés 66 par la surface de la demi-couronne *m*ACB*n* formée par la voûte ; enfin, si l'on multiplie cette surface 90,66 par 30 mètres 5 on obtient 2765 mètres cubes 130 décim. cubes pour le volume de la voûte proposée.

Voute surbaissée. — **311**. On obtient le volume de la *voûte surbaissée*[1] en multipliant la surface comprise entre les deux lignes courbes par la longueur de la voûte.

Application. *Une voûte surbaissée* (fig. 139) *a* 5 *mètres* 40 *pour courbe intérieure* m i n *et* 6 *mètres* 20 *pour courbe extérieure* ACB : *quel en est le volume, sachant que l'épaisseur* i c *égale* 1 *mètre* 25?

La somme de deux courbes égale (5,40 + 6,20) ou 11 60;

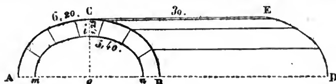


Fig. 139.

la moitié de 11,60 égale 5,80 ; multipliant 5,80 par l'épaisseur 1,25 de *i*C, on obtient 7 mètres carrés 25 pour la surface comprise entre les deux courbes. En multipliant cette surface par 30 mètres, longueur de la voûte, le résultat 215 mètres cubes 500 décim. cubes exprime le volume de la voûte proposée.

Remarque. On procéderait absolument de la même manière pour cuber le manchon cylindrique de la maçonnerie de l'intérieur d'un puits ou celui d'une colonne creuse en bronze.

[1] La *voûte surbaissée* est celle qui présente la courbe de l'anse d'un panier. Le rayon de la hauteur est moins grand que la moitié du diamètre de la largeur.

CHAPITRE X.

DISTANCES ET HAUTEURS INACCESSIBLES[1].

311. On nomme *longi-altimétrie*[2] la partie de la *géométrie* qui traite de la mesure des *longueurs* et des *hauteurs*.

312. Nous étudierons séparément ce qui est relatif à la mesure des longueurs et ce qui se rattache à la mesure des hauteurs : la première partie prend le nom de *longimétrie;* on nomme *altimétrie* la partie relative à la mesure des hauteurs.

Observation. L'*altimétrie* ne faisant pas partie de l'arpentage, nous aurions dû en traiter autre part; mais comme il est quelquefois nécessaire d'apprécier la *hauteur* des objets élevés au-dessus de l'horizon afin de les indiquer sur les plans, nous avons cru intéresser les élèves en donnant ici quelques développements sur les procédés pratiques que l'on a l'habitude d'employer sur le terrain.

LONGIMÉTRIE.

1er problème. *On propose de déterminer la distance du point* A *au point* B *entre lesquels se trouve un obstacle* m n (fig. 140).

Solution. Au moyen de l'équerre, et après avoir fait planter des jalons en A et en B, on abaisse une perpendiculaire AH; sur cette perpendiculaire, on détermine a' sur

[1] On nomme *accessibles* les objets desquels on peut approcher ; les objets *inaccessibles* sont ceux dont on ne peut pas approcher.

[2] De *longus*, longueur ; *altus*, haut et *métron*, mesure.

lequel on abaisse une seconde perpendiculaire a'D, en

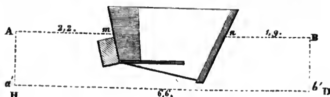


Fig. 140.

dehors de la largeur de l'obstacle; enfin sur a'D on abaisse du point B une perpendiculaire Bb'. Si l'opération a été faite avec soin, la ligne a' b' égalera en longueur la ligne AB.

Observation, Pour connaître, la longueur m n de l'obstacle, on mesure la ligne a' b', qui égale 6 décamètres 6 mètres; ensuite on détermine les longueurs Am = 2,2 et Bn = 1,9; en retranchant (2,2 + 1,9) ou 4,1 de 6,6, le nombre 2,5 exprimera la longueur m n de l'obstacle.

2e problème. *On propose de déterminer la distance de la ligne inaccessible* AC (fig. 141).

Solution. On plante un jalon en A, et un jalon en C, puis au point A on élève une perpendiculaire indéfinie AD, ensuite sur la ligne AD on cherche à déterminer un point B sur lequel en plaçant l'équerre octogone on puisse distinguer successivement le jalon A, puis le jalon C, par les pinnules de deux faces adjacentes et qui déterminent un angle de 45°.

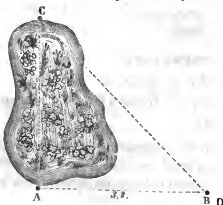


Fig. 141.

Le triangle ABC étant *rectangle isocèle*, les deux côtés

AB et AC sont égaux : donc en mesurant à la chaîne la distance AB qu'on trouvera égale à 3 décamètres 8 mètres, on déterminera par cette dernière opération la longueur AC, car on a l'égalité AB = AC par la nature du triangle :

D'où AC = 3 décamètres 8 mètres.

3e problème. *On propose d'évaluer approximativement la largeur* AB *d'une rivière* (fig. 142).

Solution. Après s'être placé au point A, tout près du bord de la rivière, de manière à déterminer sur ce point, et approximativement, une perpendiculaire partant d'un endroit B de l'autre bord, on élève son chapeau ou un livre à la hauteur de ses yeux, puis on pointe d'un œil l'endroit B, et l'on pivote sur les talons afin de porter le rayon visuel dirigé sur B, quelque part sur le bord de la rivière, en C par exemple; l'on recommence immédiatement et l'on reporte le point B en D; on mesure AC, et l'on obtient une longueur correspondante à AB; pour vérifier l'exactitude de cette opération, on peut mesurer la distance AD, le nombre obtenu doit égaler le premier; dans le cas contraire, on fait la somme des deux nombres et l'on en prend la moitié : le nouveau résultat exprime la largeur AB qu'il s'agissait d'évaluer.

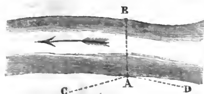


Fig. 142.

Observons que les distances AD, AB, AC peuvent être considérées comme les rayons d'un même cercle décrit de l'œil comme centre, et dirigés par le bord de l'objet dont on a fait usage.

Il est bon de déterminer plusieurs rayons sur le terrain pour obtenir un résultat plus exact, car en pivotant sur les talons on peut avoir haussé ou baissé la tête dans l'une des opérations.

4ᵉ problème. *On propose de mesurer la distance d'un point déterminé* A *à un autre point inaccessible* C (fig. 143).

Solution. Après avoir fait planter un jalon au point A, et en un point quelconque B, on détermine une *base* AB en deçà de l'obstacle; on place le graphomètre successivement au point A et au point B, pour déterminer les angles CAB et CBA, au moyen de cet instrument.

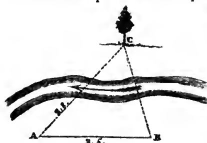


Fig. 143.

Si AB égale 25 mètres, on trace une ligne de 25 millimètres sur le papier, et à chaque extrémité A, B, de cette ligne, on construit, avec un rapporteur, un angle correspondant à celui que l'on a mesuré sur le terrain. On obtiendra alors un triangle semblable à ACD, et le côté AC du papier sera proportionnel au côté homologue AC du terrain; mesurant ce côté, on trouvera 28 mètres, qui exprimera la distance du point A au point C.

Observation. On peut, par le même procédé et avec le graphomètre, mesurer la distance d'un navire à la côte, ou la largeur d'une rivière, etc., etc.

ALTIMÉTRIE.

5ᵉ problème. *Quelle est la hauteur d'une tour* AB *au pied de laquelle on ne peut approcher* (fig. 44)? (*On suppose cette tour perpendiculaire à la terre.*)

Solution. On place le graphomètre à une certaine distance, à 30 m. par exemple du pied B de la tour, et de manière que son diamètre immobile soit dans une direction verticale (que l'on obtient avec le fil à plomb), puis on

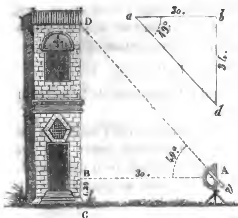


Fig. 144.

mesure l'angle A qu'on suppose être ici de 49 degrés. L'angle B étant de 90 degrés, il est facile de trouver la valeur de l'angle D, en retranchant (49 + 90) de 180 = 41 degrés. (*Les trois angles d'un triangle valent* 180 *degrés.* (*Géométrie* n°47, page 24.)

Construisant sur le papier un triangle *abd* semblable à ABD, en donnant à *ab* une longueur de 30 mètres prise sur l'échelle de proportion, si l'on mesure avec la même échelle le côté *bd*, on aura 34 mètres pour hauteur de la partie BD de la tour.

En ajoutant à 34 mètres la hauteur du pied du graphomètre supposé de 1 mètre 20, le résultat 35 mètres 20 indique la hauteur totale demandée.

Observation. On peut mesurer la hauteur des bâtiments ou des arbres au moyen de l'ombre projetée sur le terrain ; pour cela, on prend un bâton bien droit, d'une certaine longueur, on le plante verticalement à une distance quelconque de l'objet dont on veut avoir la hauteur, mais hors de l'ombre que cet objet projette, et sur un plan horizontal ; on mesure l'ombre du bâton, et sa longueur; puis on mesure la longueur de l'ombre de l'objet dont on veut avoir la hauteur, et au moyen de ces trois données on peut facilement découvrir la hauteur inconnue. En effet, l'ombre du bâton est en rapport avec la longueur ou hauteur de ce bâton, comme l'ombre de l'objet dont on cherche la hauteur est en rapport avec cette hauteur.

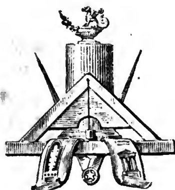
Soit donc 2 mètres 25 pour l'ombre projetée du bâton,

et 4 mètres 50 pour sa longueur; l'ombre d'un arbre, par exemple, étant de 11 mètres 30, on aura alors, pour déterminer la hauteur de cet arbre, la proportion suivante :

$$2,25 : 4,50 :: 11,30 : x.$$

D'où $x = 22$ mètres 60, qui est la mesure de la hauteur demandée.

La mesure des hauteurs au moyen de l'ombre n'est pas susceptible d'une grande exactitude parce que les ombres des objets ne se terminent jamais bien nettement. On emploie ce procédé lorsqu'on peut se passer d'avoir une certaine précision dans les calculs.



CHAPITRE XI.

NOTIONS GÉNÉRALES

SUR LES MESURES MÉTRIQUES DÉCIMALES.

Observation. Nous allons donner dans ce chapitre certains développements sur les mesures métriques décimales dont on fait usage pour *arpenter les superficies* et pour *cuber les corps*. Nous renvoyons aux traités spéciaux ceux qui désirent étudier plus complétement le *système des mesures nouvelles* qu'on a adopté définitivement dans toute la France depuis une dizaine d'années : il est le plus *complet*, le plus *uniforme*, enfin le moins *inaltérable* des systèmes qu'on a inventés jusqu'à cette époque.

SYSTÈME MÉTRIQUE DÉCIMAL. — **313.** On nomme *système métrique décimal*[1] l'ensemble des mesures nouvelles déterminées d'après le MÈTRE dont les multiples et les sous-multiples ont pour base le nombre 10.

314. Le *mètre est l'unité fondamentale*, puisque c'est d'après lui qu'on a établi les autres mesures. Il est égal en longueur à la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre (méridien de Paris).

315. les mesures nouvelles sont au nombre de six :

1° Le MÈTRE pour la mesure des longueurs;
2° Le MÈTRE CARRÉ pour la mesure des superficies;
3° La MÈTRE CUBE pour la mesure des volumes;
4° Le LITRE pour la mesure des capacités;

[1] Ce système est aussi nommé *légal*, parce qu'il est prescrit par la loi à tous les Français qui font usage de mesures.

5° Le GRAMME pour la mesure des pesanteurs;
6° LE FRANC pour la mesure des monnaies.

316. Lorsqu'on veut exprimer des mesures plus grandes ou plus petites que la mesure principale, on fait usage des mots suivants tirés du grec et du latin; ils se placent avant le nom de la mesure dont il est question.

Ces mots sont :

1° MYRIA,	qui signifie	dix mille ;
2° KILO,	—	mille ;
3° HECTO,	—	cent ;
4° DÉCA,	—	dix ;
5° DÉCI,	—	dixième ;
6° CENTI,	—	centième ;
7° MILLI,	—	millième.

Les quatres premiers mots sont tirés du grec, ils servent pour les *multiples* des mesures : ainsi l'on dit *hecto-mètre* ou mieux *hectomètre* pour énoncer cent mètres; *décalitre*, pour indiquer dix litres, etc.

Les trois derniers mots, qu'on a tirés du latin, indiquent les *sous-multiples* des mesures : ainsi *décimètre* exprime la dixième partie d'un mètre : *milligramme* indique la millième partie d'un gramme, etc.

317. On peut donc facilement remarquer que *treize mots* (combinés convenablement ensemble) suffisent pour exprimer toutes les mesures métriques avec leurs *multiples* et leurs *sous-multiples*.

DU MÈTRE.

318. *Le mètre est l'unité des mesures de longueur :* au moyen de ses multiples ou de ses sous-multiples, on peut évaluer les distances et les longueurs quelconques. Les *arpenteurs*, les *maçons*, les *peintres* et un grand nombre de commerçants en font un fréquent usage.

319. Les multiples du mètre sont le *myriamètre,* le *kilomètre*, *l'hectomètre*, le *décamètre ;* les sous-multiples sont le *décimètre,* le *centimètre* et le *millimètre.*

Il est facile de comprendre qu'un myriamètre vaut 10 kilomètres, qu'un kilomètre vaut 10 hectomètres, qu'un hectomètre vaut 10 décamètres puisque le système est décimal. Le *mètre* se partage en 10 décimètres, le *décimètre* en 10 centimètres, enfin le *centimètre* en 10 millimètres.

320. On fait usage du *mètre en bois* ou en *cuivre,* il est divisé en décimètres, centimètres et millimètres. On emploie aussi le *demi-mètre,* le *double-mètre*[1], le *double-décimètre ;* enfin la *chaîne d'arpenteur* ou *décamètre,* suivant les besoins particuliers.

321. Un multiple du mètre peut être considéré comme l'unité principale; alors les nombres plus grands ou plus petits seront relatifs à cette unité.

Ainsi, en considérant le kilomètre comme l'unité principale, le nombre 454,325 exprime 454 kilomètres 325 mètres. Si l'on veut considérer le myriamètre comme l'unité, on mettra la virgule entre le 4e et le 5e chiffre en partant de la droite, et l'on aura 45,4325 qu'on énoncera 45 myriamètres 4325 dix-millièmes ou 45 myriamètres 4 kilomètres 325 mètres. On procédera de cette manière pour une des unités que nous allons examiner plus loin.

[1] Le *double-mètre* est employé par les conseils de révision pour mesurer la taille des hommes et déterminer le corps régimentaire auquel ils peuvent convenir.

Voici le tableau des grandeurs suivant plusieurs corps d'armée.

1 mètre 560 pour l'infanterie de ligne et légère ;

1 mètre 679 pour le chasseur, le hussard, le génie (*trains et équipages*) ;

1 mètre 693 pour l'artillerie (*trains et ouvriers*) ;

1 mètre 706 pour l'artillerie, le pontonnier, le dragon, le lancier, le génie (*sapeurs et ouvriers*);

1 mètre 761 pour le cuirassier.

DU MÈTRE CARRÉ.

322. L'unité des mesures de superficie est le *mètre carré.*

Les multiples et les sous-multiples du *mètre carré* permettent d'apprécier l'étendue de toutes les surfaces qu'on peut avoir à mesurer, quelles que soient les dimensions de cette étendue. Lorsqu'il s'agit de petites surfaces, comme celles des meubles, des glaces, etc., on emploie le mètre carré, le décimètre carré, le centimètre carré et même le millimètre carré. Au contraire, si les surfaces ont une certaine étendue comme par exemple celles des champs, des villes, etc., on se sert des multiples du mètre en longueur pour former le côté du carré considéré comme l'unité de la mesure de surface : ainsi l'on dit décamètre carré, hectomètre carré, kilomètre carré et myriamètre carré.

323. Dans les mesures des superficies agricoles, le décamètre carré prend le nom d'*are ;* ce carré, qui a 10 mètres pour longueur et pour largeur, contient 10×10[1] ou cent mètres carrés : or, l'*are* pouvant avoir un sous-multiple centiare, on comprendra facilement qu'un *centiare et un mètre carré sont exactement la même chose. L'are* n'a qu'un multiple *hectare ;* il vaut cent ares ; le *centiare,* ou mètre carré, qui égale la centième partie de l'are et la dix-millième partie de l'hectare.

324. Le mètre carré, contenant 10×10 ou 100 décimètres carrés, le décimètre carré 10×10 ou 100 centimètres carrés, et le centimètre carré contenant 10×10 ou 100 millimètres carrés, il résulte de là que les mesures de surface ou de superficie forment, à partir des unités les plus élevées, une progression ayant chaque élément 100 fois plus petit que celui qui précède et 100 fois plus

[1] On peut voir, n° 38 (pag. 20), la démonstration de la surface d'un carré.

grand que celui qui suit : donc, il ne faudra point confondre l'énoncé d'un nombre de mètres simples suivis de sous-multiples, avec un nombre de mètres carrés suivis aussi de sous-multiples. Ainsi, il faut établir une grande différence entre 9,456 qui représente des mètres simples et 9,456 représentant des mètres carrés. Le premier nombre s'énonce 9 mètres 456 millimètres, et le second 9 mètres carrés 456 millièmes de mètres carrés, ou mieux 9 mètres carrés, 45 décim. carrés, 60 cent. carrés [1].

325. Les grandes surfaces topographiques et géographiques s'énoncent par kilomètres carrés et par myriamètres carrés. Quant aux surfaces agraires, c'est-à-dire celles des terrains en culture, on ne les mesure que par *hectares*, *ares* et *centiares*.

DU MÈTRE CUBE.

326. L'unité des *mesures de volume* est le *mètre cube*, c'est-à-dire un cube ayant un mètre de longueur, un mètre de largeur et un mètre de hauteur [2].

327. Lorsque l'on cube le bois de chauffage, l'unité de volume (*mètre cube*) prend le nom de *stère*. Les multiples du stère sont le *double-stère*, le *décastère*; le sous-multiple est le *décistère* ou dixième de stère (100 *décimètres-cubes*).

328. C'est au moyen du *mètre-cube* que l'on évalue les volumes des *travaux de maçonnerie*, des *remblais*, des *terrassements, des tas de pierres*, de *sable*, de *gravier*, etc.

329. Les sous-multiples du *mètre cube* sont le *décimètre*

1 Les maîtres devront passablement exercer leurs élèves pour bien les familiariser avec les diverses expressions de mètres simples ou de mètres carrés suivis de sous-multiples.

2 Quand on évalue le *volume des corps*, on n'emploie pas une mesure ayant la forme soit du *mètre cube*, soit du *décimètre cube;* mais on se sert du *mètre linéaire* pour mesurer chaque dimension de l'objet à cuber : le produit de la longueur de trois dimensions l'une par l'autre détermine un certain nombre de mètres cubes, de décimètres cubes, etc., auxquels le corps pourrait être ramené.

cube, le *centimètre cube* et le *millimètre cube*. Chacun de ces sous-multiples est mille fois plus grand que celui qui suit, ou mille fois plus petit que celui qui précède.

Observation. D'après ce que nous venons de dire et ce que nous avons développé (*observation page* 239), il est facile de comprendre la différence qui existe entre le *décimètre cube* et le *dixième de mètre cube* : le premier énoncé indique la *millième* partie du mètre cube, et le second énoncé (*dixième de mètre cube*), exprime la dixième partie de mille *décimètres cubes* (*valeur du mètre cube*) ce qui équivaut à 100 décimètres cubes.

On comprendra également la différence du *centimètre cube* au *centième* de mètre cube, et celle du *millimètre cube* au *millième* du mètre cube.

330. Si l'on veut comparer entre elles les expressions numériques écrites relatives au *mètre*, *décimètre*, *centimètre*, *millimètre* (en *longueur*, en *surface*, en *volume*), nous verrons que 6 mètres 4 décimètres 5 centimètres 9 millimètres s'écrira, pour exprimer

La *longueur*, 6,459,
La *surface*, 6,040509,
Le *volume*, 6,004005009;

en nous rappelant alors la valeur relative de chaque sous-multiple des divers ordres respectifs d'un nombre exprimant la *longueur*, la *surface* et le *volume*.

DU LITRE.

331. L'unité des *mesures de capacité*[1] est le *litre* : cette mesure se rattache au *mètre* parce qu'elle est la contenance d'un décimètre cube, ou le millième d'un mètre cube.

On emploie le *litre* pour mesurer les *liquides* (eau-de-

[1] Par *capacité*, on entend la profondeur et la largeur d'une chose, considérée comme contenant ou pouvant contenir quelque chose.

vie, vins, liqueurs, etc.) et les *matières sèches* (grains, farine, charbon, etc.).

332. La forme des mesures pour les *liquides* diffère de celles qu'on a adoptées pour les matières sèches : ainsi pour le *vin, l'eau-de-vie,* le *vinaigre,* etc., on fait usage de mesures cylindriques d'une profondeur double du diamètre pris intérieurement : ces mesures sont en étain[1]. Pour mesurer le *lait* ou l'*huile*, on se sert d'une mesure en fer-blanc d'une profondeur égale à la longueur du diamètre intérieur.

Quant aux mesures pour les *matières sèches,* elles sont en bois de chêne, qui est le bois le moins altérable sous l'influence atmosphérique ; elles ont un diamètre égal à leur profondeur. (*Ces dimensions sont prises intérieurement.*)

333. Les multiples du *litre* forment des séries de mesures qui sont respectivement doubles en partant du litre et allant aux multiples les plus élevés :

Ainsi l'on a le *double-litre,* le *demi-décalitre,* le *décalitre,* le *double-décalitre,* etc.

Les sous-multiples suivent le même ordre en décroissant :

Ainsi, l'on a le *demi-litre,* le *double-décilitre,* le *décilitre,* le *demi-décilitre,* etc.

334. Les séries des mesures ne commencent pas toutes au même multiple :

Ainsi *pour mesurer le lait,* la série commence au *double-litre,* et finit au *demi-décilitre.*

Pour mesurer l'huile[2], on part du *litre* et l'on emploie les mesures sous-multiples jusqu'au *demi-décilitre.*

[1] Comme le cube est moins commode que le cylindre pour les usages des mesures de capacité, on a préféré donner à ces mesures une forme cylindrique.

On a remplacé l'*étain* de préférence aux autres métaux parce qu'il est moins oxydable. Dans cet étain, il entre 18 pour cent de plomb.

[2] Sur les mesures avec lesquelles on mesure l'huile, la lettre M indique la mesure de l'*huile à manger*, et la lettre B indique la mesure de l'*huile à brûler*.

Pour mesurer les matières sèches, on établit des séries de mesures commençant par l'*hectolitre* et finissant au *demi-décilitre.*

REMARQUE. Dans un certain nombre de localités, on vend l'huile au poids : alors on mesure avec les unités dont nous allons maintenant parler.

DU GRAMME.

335. L'unité de *mesure pour les poids* est le *gramme* : il dérive du MÈTRE en ce qu'*il est le poids d'un centimètre cube d'eau distillée pesée dans le vide à la température de 4 degrés au-dessus de zéro du thermomètre centigrade*[1].

336. Le *gramme* admet tous les *multiples* et tous les *sous-multiples* employés pour le *mètre ;* ensuite les mesures qu'on a construites présentent une série dans laquelle chaque mesure a son double et sa moitié.

337. Pour évaluer le poids des objets, on établit des unités de pesanteurs qu'on divise en trois classes :

1° Les *petits poids*, qui vont du *gramme* au *milligramme ;*

2° Les *poids moyens* partant du *kilogramme* et se terminant au *gramme ;*

3° Les *gros poids*, qui dépassent le *kilogramme* et au moyen desquels on évalue le chargement des voitures, des navires et de tout autre objet d'un poids considérable. Ce sont le *myriagramme*, qui vaut dix mille grammes, le *quintal métrique*, qui vaut cent kilogrammes ; enfin, le *millier métrique*, qu'on nomme généralement *tonneau de mer*[2], et dont le poids est de mille kilogrammes.

[1] Le maître pourra ici expliquer les raisons pour lesquelles on a établi le *gramme* au moyen de l'eau prise dans les conditions indiquées dans la *définition rigoureuse du* GRAMME.

[2] Pour énoncer la force du navire, on dit à chaque instant : un vaisseau de 250 tonneaux, ou de 500 tonneaux ; et l'on indique par là que le bâtiment peut porter une charge de 250,000 kilogrammes ou 500,000 fois cette unité.

338. Les poids sont en *fonte de fer* ou en *cuivre* :

1° Les *poids en fonte de fer* présentent la forme d'une pyramide tronquée arrondie sur chacun des angles. La base est un parallélogramme : ce sont les poids de 20 et de 50 kilogrammes.

Les poids inférieurs en *fonte de fer*, depuis celui du kilogramme jusqu'au demi-hectogramme inclusivement, ont la forme d'un pyramide hexagonale.

Pour pouvoir manier les poids, on adapte un anneau mobile que l'on fixe à la partie supérieure ; une rainure pratiquée dans la partie supérieure reçoit cet anneau de manière à l'empêcher de dépasser la surface sur laquelle il est établi. La partie inférieure des poids est évidée ; elle reçoit du plomb pour les ajuster : c'est sur ce plomb qu'on frappe le poinçon du gouvernement lorsqu'on vérifie les poids ;

2° Les *poids en cuivre* forment une série commençant à 20 kilogrammes jusqu'au gramme ; ils ont la forme cylindique et leur hauteur est égale à leur diamètre.

A la partie supérieure est réservé un bouton qui sert au même usage que l'anneau des poids en fer.

Lorsque les poids sont inférieurs au gramme, on leur donne la forme d'une lame de laiton mince coupée carrément.

Enfin, on construit aussi des séries de poids en forme de godets, depuis le *gramme* jusqu'au *demi-kilogramme* ; ils s'empilent les uns dans les autres. Le plus grand des poids est une boîte qui les renferme tous.

DU FRANC.

339. L'unité[1] de monnaie est le *franc* : il dérive du mètre par son poids qui égale 5 grammes.

[1] On range avec raison les monnaies au nombre des mesures, car à proprement parler, elles servent à *mesurer la valeur* de toute chose dans la nature.

Le *franc* est composé de neuf dixièmes d'argent pur allié à un dixième de cuivre [1].

340. En *France*, on fabrique 14 pièces différentes de monnaie, qui peuvent être considérées comme les *multiples* et les *sous-multiples* du *franc*; elles sont en *or*, en *argent* et en *cuivre*. Les trois pièces en *or* sont la pièce de 40, de 20 et de 10 francs; les six en *argent* sont la pièce de 5, de 2 et de 1 franc, la pièce de 50, de 25 et de 20 centimes; les cinq en cuivre sont la pièce de 10, de 5, de 2 et de 1 centime.

341. Chacune des pièces porte sur l'une de ses faces l'effigie adoptée par le gouvernement sous lequel on l'a frappée, et sur l'autre l'indication de sa valeur. La valeur des monnaies est relative à celle de l'argent : ainsi l'argent vaut 15 fois et demie moins que l'or ; 4 fois plus que les anciennes monnaies de billon [2] ; 40 fois plus que le cuivre. D'après cela l'or vaut $15\frac{1}{2} \times 40 = 620$ fois plus que le cuivre.

Observation. La mesure du temps, *l'heure*, avait été asservie aux subdivisions décimales au moment où l'on décréta le *système métrique :* ainsi on avait établi les mois de 30 jours, la semaine (*nommée décade*) de dix jours, le jour de 10 heures ; on a dû renoncer à des changements pour lesquels il eût fallu le concours volontaire des autres puissances de l'*Europe :* on conserva donc les anciennes divisions.

[1] Le cuivre allié à l'argent donne plus de dureté à la monnaie, et la rend plus propre à résister au frottement.

[2] Ces monnaies étaient formées d'un alliage de cuivre et d'argent (le cuivre dominait en quantité sur l'argent).

QUATRIÈME PARTIE

RECUEIL[1]

DE LOIS, FORMULES ET MODÈLES DES DIVERS ACTES ET PROCÈS-VERBAUX

RELATIFS A L'ARPENTAGE EN GÉNÉRAL.

Observation. Nous croyons intéresser les *Instituteurs* en présentant à la suite de cet ouvrage un *Recueil de Lois* et *Formules d'actes relatifs au ministère de l'Arpenteur ;* nous n'avons pas la prétention d'enseigner ce que l'on sait aussi bien que nous, mais seulement nous désirons guider dans la marche que l'on suit le plus généralement afin de remplir les strictes formalités exigées par la loi, pour la régularité et la validité des actes que l'on peut être appelé à rédiger.

Assurément les *modèles* que nous présentons ne seront point considérés comme étant la rigoureuse rédaction de laquelle on ne pourra pas dévier ; ils serviront seulement

[1] Cette partie de notre ouvrage est purement un extrait du Code civil ou de procédure civile, ainsi que des ouvrages remarquables de MM. *Toullier*, *Pardessus*, *Fournel*, *Duranton* et de plusieurs autorités compétentes.

Si plusieurs auteurs, qui ont traité cette matière avant nous, ont *fait les mêmes citations que les nôtres*, c'est qu'ils ont puisé aux mêmes sources dans les importants ouvrages qui serviront toujours de guide à tous.

de *spécimen* au moyen duquel on pourra préparer la forme et le style qu'il convient de donner aux actes pour ce qui est adopté par l'usage.

DES FONCTIONS DES ARPENTEURS-GÉOMÈTRES, DES EXPERTS ET DES ARBITRES.

Arpenteurs-géomètres. On nomme *arpenteur-géomètre* celui qui se livre à toutes les opérations relatives à l'*arpentage*, au *levé des plans*, à la *division* et au *bornage des terres*. Les fonctions de l'arpenteur-géomètre sont *libres* depuis qu'il n'y a plus d'*arpenteurs-jurés ;* tout le monde peut exercer cette profession, car elle n'a point de caractère ministériel : la loi ne reconnaît les arpenteurs que comme des *experts*.

On distingue ordinairement deux sortes d'*arpenteurs :*

1° Les *arpenteurs-forestiers,* qui sont commissionnés par le gouvernement et assermentés officiellement devant le tribunal de première instance du lieu où ils ont établi leur résidence ;

2° Les *arpenteurs privés,* qui exercent librement ces fonctions et sont employés par ceux qui désirent certaines opérations pour leur compte personnel; ils peuvent être soumis à la patente puisqu'ils travaillent pour le public.

Experts. Les *experts* sont ordinairement des individus nommés par les parties intéressées dans une opération ou par les tribunaux, d'après la demande qui leur est faite, soit pour établir l'estimation d'une chose sur le prix de laquelle les parties ne peuvent s'entendre, soit pour examiner si dans une construction on a établi convenablement le devis pour fixer dans le cas contraire les dommages et intérêts, soit enfin pour estimer la valeur des biens à partager ou déterminer les limites d'un terrain.

Quand les experts sont nommés à l'amiable, leurs attributions sont toujours réglées par un compromis; mais

souvent il arrive que leurs opérations sont infructueuses, car ils ne se pénètrent pas suffisamment bien des fonctions dont ils sont investis, et en se regardant comme les protecteurs et les défenseurs de la partie qui les a choisis, ils ne se dépouillent pas de toute partialité; alors ils soutiennent les intérêts de celui qu'ils servent au préjudice des droits réels de l'adversaire : de là vient le partage dans les opinions et la nécessité de nommer un *tiers* sur lequel il naît de nouvelles difficultés qui les empêchent de s'entendre, parce que les uns et les autres désirent le choisir de leur bord.

Il arrive encore, lorsque les parties parviennent à s'entendre sur le choix du *tiers,* que la personne, qui doit juger les deux opinions et éviter le partage en se rangeant d'un côté ou de l'autre, prend une autre base que celle que les experts ont choisie ; alors, il prend un milieu sur les points où ils sont divisés: de là résultent trois avis différents.

Lorsque le tiers expert connaît ses devoirs, il sait que ce n'est pas départager deux avis opposés que d'en ouvrir un nouveau, et qu'il doit se ranger à celui où il voit la justice et le bon droit, afin de ne former qu'un seul avis, mais à la pluralité des voix.

Tous les inconvénients que nous venons de signaler disparaissent le plus souvent lorsque les experts sont nommés d'office : dans ce cas, ils ne sont pas désignés plutôt par une partie que par l'autre. Dans les dispositions du jugement, on expose les causes relatives à la matière de la contestation et les objets sur lesquels il faut faire un rapport, en réglant la marche que les experts ont à suivre dans le cours de leurs opérations. Le tribunal nomme ordinairement trois experts pour opérer conjointement et départager les avis s'ils ne sont pas d'accord, à moins toutefois que les parties ne consentent qu'il soit procédé par un seul.

Arbitres. Par *arbitres,* on entend les personnes choisies pour juger des affaires importantes et dont la nomination, les attributions sont les mêmes que celles des *experts ;* seulement, ils doivent éviter avec le plus grand soin de ne point tomber dans les écarts que nous avons signalés plus haut.

Arbitres amiables compositeurs. Les fonctions d'*arbitres amiables compositeurs* sont au-dessus de celles des experts et des simples arbitres ; ceux qui sont choisis pour remplir ces fonctions doivent bien examiner s'ils ont la connaissance et la capacité nécessaires pour rendre un jugement suivant toutes les règles de l'équité. Ils sont exempts de toutes les formalités que la loi exige des autres arbitres et même des tribunaux; ils n'en doivent être que plus en garde contre tout ce qui pourrait surprendre leur religion ; nommés par les parties, et étant dépositaires de leurs droits, ils ne doivent rien négliger de ce qui peut les éclairer dans la cause où ils ont à prononcer; établis juges, ils doivent en prendre l'esprit et le caractère : le *droit,* l'*équité* et la *justice* seront toujours la base de leur sentence, et ils devraient aussi, afin d'éviter aucun levain de discorde ou certains sujets de contestation entre les parties, se prononcer sur les dommages et intérêts, puis liquider tous les frais.

Notre législation accorde aux parties la faculté de nommer des *arbitres* et des *amiables compositeurs ;* elle leur donne le choix de leurs juges. Nous conseillerons donc (pour faire profiter de ces avantages) à ceux qui veulent avoir sincèrement la paix et s'éviter toutes les inquiétudes et les embarras d'un procès toujours dispendieux, même pour la partie victorieuse ; nous leur conseillons de choisir un homme probe et éclairé, de l'investir de toute leur confiance en le nommant *arbitre amiable compositeur,* de renoncer à se pourvoir contre son jugement par appel, requête civile ou cour de cassation.

EXPERTISE.

On nomme *expertise* toute opération à laquelle peuvent se livrer les experts, afin de déterminer les droits de chacune des parties intéressées dans une opération.

Il y a deux sortes d'expertise :

1° *L'expertise amiable ;*
2° *L'expertise judiciaire.*

1° L'*expertise amiable* est celle qui est faite entre les parties intéressées : elle résulte par conséquent des conventions de chacune des parties.

2° Par *expertise judiciaire,* on comprend celle que la loi prescrit ou qui est ordonnée par un juge, soit d'office, soit sur la réquisition des parties.

L'*expertise* peut avoir lieu dans un très-grand nombre de cas : pour l'*arpentage d'une propriété,* l'*estimation d'un bien,* la *division d'un héritage*, le *bornage d'une terre*, etc. Les arpenteurs-géomètres sont ordinairement chargés de ces sortes d'opérations. L'*expertise* diffère de l'*arbitrage* en ce que le premier est un simple compte-rendu de la mission et de l'avis des *experts,* sans autre importance que celle d'éclairer les juges, au lieu que le second est le prononcé des *arbitres* sur le fond de la contestation qui s'était établie entre les parties intéressées.

RAPPORT DES EXPERTS.—ENREGISTREMENT.

Le *rapport des experts* est l'exposé complet des faits d'une opération ; il mentionne les dires et réquisitions des parties, et il peut être rédigé sur les lieux contentieux ou dans les endroits et aux jour et heure indiqués par les experts.

Un rapport peut être écrit et rédigé par l'un des *experts,* mais il faut qu'il soit signé par tous ; lorsque l'un ou plusieurs d'entre eux ne savent pas écrire, la rédaction est

confiée au greffier de la justice de paix du lieu où on a procédé; dans ce cas, le greffier signe le rapport.

Lorsque le rapport d'experts n'a pas été écrit par l'un d'eux, ni par le greffier de la justice de paix du lieu où ils ont procédé, ce rapport n'est pas nul, surtout si la récapitulation est écrite de la main des experts, si tous l'ont signé et si les juges ont déclaré qu'ils se sont convaincus de son exactitude par l'examen qu'ils en ont fait eux-mêmes, et d'après le rapprochement des éléments qu'ils ont recueillis sur les lieux.

L'expertise, au contraire, sera nulle, si la partie qui n'a pas été présente au procès-verbal de prestation de serment n'a pas été sommée d'être présente aux opérations d'expertise. Lorsqu'on a omis certaines formalités qui sont la garantie du droit, l'acte devient nul malgré que la loi ne l'a pas prononcé. Ainsi on annulera le rapport d'experts, rédigé hors du lieu de l'expertise, si d'avance on n'a pas indiqué le jour et le lieu de sa rédaction, de manière que les parties ne puissent faire tels dires et réquisitions qu'elles jugent convenables.

Lorsqu'un rapport d'experts est fait un jour de dimanche ou de fête légale, il n'est pas nul pour cela, car cette nullité ne peut être prononcée relativement aux actes de procédure faits les jours de fête légale, qu'à l'égard des significations et exécutions. Ce rapport est dressé par les experts: il ne forme qu'un seul avis à la pluralité des voix; néanmoins, on doit indiquer en cas de dissidence, les motifs des divers avis sans toutefois faire connaître quel a été celui qui est personnel à chacun d'eux.

Lorsque les experts déclarent que le rapport sera rédigé sur un autre lieu que celui contentieux, les parties ou leurs avoués peuvent être présents à la rédaction ; mais pour ce qui dans le procès-verbal contient l'avis des experts, la rédaction doit en être faite sans la présence des parties, attendu que les experts prononçant dans cette circonstance

une espèce de jugement, il est urgent de leur laisser une liberté entière.

Toute vaccation d'expert est taxée par le président au bas de la minute, et il en est délivré exécutoire contre le partie qui a requis l'expertise, ou qui l'a poursuivie, si elle a été nommée d'office. Ainsi, comme les experts n'ont pas d'action solidaire contre les parties, ils peuvent refuser d'opérer si l'on n'a pas consigné les frais sur la demande.

Dans le cas d'un retard ou refus, de la part des experts, de déposer leur rapport, ils peuvent être assignés à trois jours, sans préliminaires de conciliation, par-devant le tribunal qui les a commis, pour se voir condamner, même par corps, à faire ledit dépôt; il y est statué sommairement et sans instruction.

En raison du retard ou du refus de dépôt du rapport par un expert, il peut être condamné à des dommages-intérêts envers la partie qui éprouve préjudice.

Enregistrement. Pour l'*enregistrement* des rapports d'experts, il n'y a pas de délai de rigueur; ils ne peuvent être assujettis à l'enregistrement que lorsqu'il s'agit de les déposer au greffe, ou de les produire en justice; ils peuvent être enregistrés dans tous les bureaux, comme les actes sous-seing-privés, lorsqu'ils sont annexés aux procès-verbaux des juges, sans avoir été soumis à la formalité qui est donnée au bureau des actes judiciaires.

TRAITÉ

DU PARTAGE AMIABLE ET JUDICIAIRE.

Observation. Il est nécessaire de présenter ici les *lois* et toutes les *formalités*[1] qui se rattachent au *partage en général,* afin que les élèves puissent comprendre sur quelles bases sont établis les actes relatifs à cette partie de l'arpentage, soit pour les *partages amiables*, soit pour les *partages judiciaires.*

DU PARTAGE EN GÉNÉRAL.

On nomme *partage* l'acte par lequel plusieurs personnes divisent entre elles une chose qui leur appartient en commun.

L'article 815 du *Code civil* dit que « *Nul ne pouvant être tenu de demeurer dans l'indivision, le partage peut toujours être demandé, nonobstant toute stipulation contraire, à moins que l'on ne soit convenu de le suspendre pendant un espace de temps qui ne peut excéder cinq ans.* »

Ce principe néanmoins peut être modifié par plusieurs exceptions; car on doit considérer comme ne devant pas être susceptible de *division*, de *partage* ou même de *licitation spéciale*, tous les *murs mitoyens*, les *fosses d'aisance,* les *allées* etc., enfin ce qui est commun à une même maison; il en serait de même pour les *canaux d'irrigation*,

[1] Pour ne pas nous écarter des bases qui doivent nous régir, et pour ne pas émettre une opinion personnelle, qui pourrait donner lieu à des contestations plus ou moins sérieuses, nous allons présenter purement et simplement un *extrait du Code civil* et de *procédure civile*, ainsi que des ouvrages de *plusieurs autorités compétentes* sur la matière qui nous occupe.

qui servent à un certain nombre d'héritages, et dont la licitation, tout en diminuant la valeur de ces héritages, les priverait d'un de leurs avantages les plus importants.

Il y a deux sortes de *partages* :

1° *Le partage amiable ;*
2° *Le partage judiciaire.*

1° Le *partage amiable* est celui qui se fait librement entre les parties et d'un commun accord;

2° Le *partage judiciaire* ne peut avoir lieu qu'en justice d'après les formalités dont il n'est pas possible de s'écarter sans rendre le partage provisionnel, au lieu de définitif qu'il aurait été.

1° PARTAGE AMIABLE.

Le *partage amiable* ne peut avoir lieu qu'entre les personnes majeures pouvant exercer leurs droits civils[1]. Pour que le partage ait lieu, il n'est pas nécessaire que les parties soient présentes : il suffit qu'elles soient dûment représentées par une personne munie d'une procuration spéciale.

D'après Duranton, celui qui, conformément aux articles 499 et 513 du *Code civil*, est pourvu d'un conseil judiciaire, peut partager à l'amiable, pourvu qu'il soit assisté de ce conseil.

Pour qu'un *partage amiable* puisse avoir lieu, il faut qu'il y ait un accord unanime entre les parties intéressées : tout dissentiment d'une seule d'entre elles, soit sur une formalité, soit sur la forme d'un acte, peut être un obstacle à l'opération.

Quant aux actes, on peut leur donner telle forme qu'on

[1] L'article 985 du *Code de procédure* présente une équivoque, car il dit : *qu'il faut que les parties jouissent de leurs droits civils*. Il devrait ajouter : *et en aient l'exercice ;* car les *interdits* et les *mineurs* jouissent de leurs droits civils, mais ils n'en ont pas l'exercice.

juge convenable : ils peuvent être authentiques ou sous seings-privés; en forme de partage ou par licitation volontaire ; par vente de ses droits successifs, avec ou sans estimation par experts ; enfin les parties peuvent employer la forme du partage judiciaire, si elles le désirent.

Lorsque le partage doit avoir lieu par acte sous seings-privés, il faut autant d'originaux de l'acte qu'il y a de parties ayant un intérêt distinct [1]; chacun des originaux doit contenir la mention du nombre d'originaux qu'on a faits. Quant à ceux qui ont un intérêt commun, un seul original peut suffire.

Il peut exister un certain désavantage dans l'emploi des actes sous seings-privés ; car, par suite de la perte d'une ou de plusieurs expéditions, si les intéressés niaient le partage, il faudrait le recommencer ; mais si ce partage a été fait par acte notarié, il est toujours facile de s'en faire délivrer de nouvelles expéditions quand on en a besoin.

2° PARTAGE JUDICIAIRE.

On emploie le *partage judiciaire* toutes les fois qu'un des héritiers refuse le *partage amiable,* ou lorsque les parties intéressées ne peuvent tomber d'accord sur certaines formalités ; enfin, lorsque parmi les héritiers plusieurs ne peuvent se présenter ou se faire représenter.

Quand un jugement prononce sur une demande en partage, il ordonne en même temps que les immeubles soient estimés par des experts, afin qu'on puisse procéder soit au partage de ces immeubles, soit à la vente par licitation. Ces experts sont toujours nommés d'office, lorsqu'il y a des héritiers mineurs ou des interdits.

[1] Il est prudent de faire signer chaque original par chacune des parties : cela peut prévenir certaines contestations.

La loi n'oblige pas non plus celui qui n'a pas écrit le double, remis à l'autre, de mettre un *bon* ou un *approuvé ;* la signature est suffisante.

La nomination d'office des experts peut encore avoir lieu lorsqu'un partage, même entre majeurs, n'a pour objet que la division d'un ou de plusieurs immeubles ; ces experts peuvent néanmoins être indiqués par les parties ; et lorsque toutes les parties sont majeures, un seul expert[1] peut suffire.

La fonction des experts dans les *partages judiciaires* est de vérifier si les immeubles dont il s'agit sont ou ne sont pas commodément partageables ; ils n'ont pas le droit de composer les lots de la masse totale, ni d'indiquer le mode de partage de toute la succession : ils doivent donc opérer sur les immeubles qui leur sont indiqués.

Néanmoins, l'article 466 du *Code civil* dit : *qu'à l'égard du mineur le partage doit être précédé d'une estimation par experts, et que ceux-ci procéderont à la division des héritages et à la formation des lots qui seront tirés au sort* ; mais cette disposition a été changée par l'article 838 du *Code civil*, et les articles 978 et 979 du *Code de procédure civile*, qui statuent spécialement sur le mode de partage à l'égard des mineurs.

Lorsque la demande en partage n'a pour objet que la division d'un ou de plusieurs immeubles sur lesquels les droits des intéressés ont été déjà liquidés, d'après l'article 975 du *Code de procédure*, les experts composeront les lots, ainsi qu'il est prescrit en l'article 466 du *Code civil ;* mais cette attribution se borne au seul cas où les droits sont déjà liquidés, et où il n'y a ni meubles, ni argent, ni compte de retour.

Dans le cas où il y a des mineurs, les experts ne peuvent faire tirer au sort les lots qu'ils ont composés : alors le tribunal ne peut homologuer dans une pareille opération.

[1] Dans le cas où il existe des *mineurs*, des *interdits* ou des *absents*, il est nécessaire de nommer trois experts.

Suivant les autres cas, les experts dressent simplement un procès-verbal d'estimation dans lequel ils indiquent si l'objet estimé est commodément partageable, ou de quelle manière il peut l'être : ils fixent, en cas de division, chacune des parts qu'on peut en former, et leur valeur (*Code civil*, 824).

Lorsqu'on peut faire autant de lots qu'il y a de copartageants, les biens sont partageables ; mais quand les immeubles d'une succession sont dévolus à trois co-héritiers dont l'un doit avoir la moitié comme légataire du disponible, et les deux autres, un quart chacun : alors les biens ne peuvent être divisés qu'en deux lots seulement, et les juges ne peuvent ordonner que le partage ait lieu en deux lots, puisque l'un écherrait à l'héritier de la moitié, et le second aux deux autres co-héritiers.

La licitation peut avoir lieu, même lorsque le partage est physiquement impossible : il suffit que ce partage ne puisse pas se faire commodément, c'est-à-dire pouvant offrir de grandes difficultés. Cela ne s'applique pas au cas où les biens ne se partageraient pas en lots parfaitement égaux ; l'inégalité se compense alors par un retour, soit en rente, soit en argent ; c'est ce que l'on nomme une *soulte* (*Code civil*, 833).

Enfin, quand même le partage pourrait se faire commodément, il faut encore examiner s'il n'est pas préjudiciable aux droits des co-propriétaires ; en effet, il arrive souvent que l'immeuble entier vaut beaucoup plus que les deux moitiés séparément.

Quand la masse de biens à partager se compose d'un grand nombre de pièces de différente nature, situées sur un même terroir, les experts doivent s'attacher à faire entrer dans chaque lot, pour un égale valeur, la même quantité de *terres*, *prés*, *bois*, *vignes*, etc.

Au contraire, si les biens se composent d'un certain nombre de petits marchés disséminés dans différentes

localités, affermés par des baux dont l'expiration soit plus ou moins reculée, les experts doivent éviter, autant que possible, de morceler les héritages et de diviser les exploitations; il convient alors de régler les lots de manière qu'il entre dans chacun d'eux des biens loués à courte échéance, et d'autres à long terme, afin qu'il soit attaché à chaque lot la chance de renouveler un bail avec avantage ou de tirer un meilleur parti de la propriété, lors de l'expiration: par ce moyen, chaque lot présente la même éventualité pour les échéances.

On doit estimer les lots suivant leur valeur actuelle, et non suivant celle qu'ils avaient à l'ouverture de la succession.

Le prix ou la valeur des immeubles ne doit pas être simplement indiquée, il faut que les bases de l'estimation des experts soient présentées. Ces bases sont les baux existants, la nature et la situation des biens, l'espèce de leur production, et leur prix ordinaire dans la localité.

Les rapports que les experts peuvent faire sont toujours précédés d'un *préambule* comme celui qu'on rédige avant les rapports sur le *bornage judiciaire* (*voir* page 235).

Quand les experts procèdent à la visite des lieux, ils doivent s'entendre sur les *bases qu'il convient d'adopter ;* ils en font mention dans leur procès-verbal. Ils visitent ensuite chaque objet séparément et recueillent tous les renseignements qu'ils jugent convenables. Les experts ont soin de constater sommairement cette partie de leur opération.

Ils font en commun les calculs nécessaires pour connaître la véritable valeur de chacun des objets par eux visités, ainsi que la masse des immeubles, ou bien ils en chargent l'un d'eux seulement ; ce dernier mode est souvent préféré à l'autre, parce que le travail présente plus d'ensemble et de régularité.

Lorsque la masse est connue, les experts la transcrivent

avec certains détails au rapport; ils désignent chaque objet par sa *situation*, sa *nature*, sa *contenance* et ses *tenants* et ses *aboutissants ;* ils font l'estimation, et ils indiquent clairement le résultat de l'opération.

Quand le travail est fait par un seul, les autres experts se réunissent à lui pour l'examiner, le vérifier et l'approuver, s'il y a lieu; ils en font mention au rapport; puis, ils indiquent si les biens sont ou non commodément partageables; s'ils sont partageables, les experts composent les lots; dans le cas contraire, l'opération est terminée.

Si l'on attribue un marché en entier à un seul lot, il ne sera pas nécessaire de donner la désignation de toutes les pièces qui le composent, il suffit d'indiquer seulement le numéro sous lequel il a été porté à la masse, le nom du fermier, le nombre des parcelles, la contenance totale et l'estimation. Mais, si ce sont des pièces isolées, louées à diverses personnes, il faudra indiquer chaque pièce séparément en énonçant le numéro sous lequel elles figurent à la masse, leur situation, leur contenance et leur estimation.

Lorsque les lots sont formés, leur contenance et leur valeur doivent nécessairement être semblables à celles de la masse.

Enfin, quand les lots sont balancés et que les soultes à payer et à recevoir sont fixées, le travail des experts est terminé[1].

DU PROCÈS VERBAL.

On entend par *procès-verbal* l'acte qui constate le ré-

[1] Cette partie de notre travail, sur le *partage en général*, est un extrait de l'ouvrage d'un de nos concitoyens, M. GALLET, qui, comme nous, est l'élève de M. V. CROIZET dont les travaux sur la géométrie des arpenteurs sont assez connus pour que nous dispensions de faire l'éloge d'un maître qui fait autorité dans la science.

sultat d'une opération faite devant un officier public ou devant celui qui a été chargé d'une affaire.

Par *formule*, on comprend le modèle qu'on doit imiter afin de rédiger convenablement un *procès-verbal* ou un acte quelconque, suivant les conditions adoptées par l'usage.

Les *procès-verbaux* peuvent être de deux sortes : les uns sont considérés comme des actes sous seing-privés lorsqu'ils n'émanent point de l'autorité des tribunaux : dans ce cas ils sont valables s'ils sont signés par l'arpenteur et les parties intéressées ; ils doivent être essentiellement rédigés avec la plus grande clarté. Les autres sont des actes judiciaires ; ils sont toujours établis dans les formes régulières exigées par la loi.

Dans la rédaction d'un *procès-verbal*, on mentionne :

1° L'époque où on a effectué l'opération (*année, mois, jour*) ;

2° L'énoncé du pouvoir en vertu duquel on a opéré : (*s'il est judiciaire ou amiable*) ;

3° Les tenants et aboutissants de la pièce sur laquelle on s'est rendu pour effectuer l'opération ;

4° Les noms, prénoms et qualités des personnes présentes à l'opération et des intéressées : telles que propriétaires, cultivateurs, etc. ;

5° Le plan de la pièce dont il est question, sa contenance totale et celle de ses parties si elle a été divisée ;

6° L'indication du nombre de bornes qu'on a plantées, afin de déterminer l'étendue de la propriété. (On indique la distance relative de chacune de ces bornes, et les accidents qui y sont relatifs, etc.)

Lorsque le *procès-verbal* est rédigé avec toute la clarté désirable, en exprimant le but et le résultat de l'opération, il prévient toutes les contestations qui pourraient s'élever par la suite au sujet de l'opération dont il s'agit.

Quoique l'arpenteur ne soit pas tenu de conserver la

minute des actes qu'il rédige, il fait bien, lorsqu'il veut former un cabinet d'affaires relatif aux opérations d'arpentage en général, de les mettre en ordre chacun dans un dossier particulier, afin d'en délivrer au besoin des expéditions.

Quant à l'enregistrement, on ne les y soumet que dans le cas où l'on veut en faire usage comme acte public ou en justice; le délai de cet enregistrement n'est pas déterminé.

FORMULAIRE

Observation. Au moyen des *modèles principaux* que nous allons présenter et de ce que nous avons dit précédemment sur les lois relatives aux opérations d'arpentage en général, on sera parfaitement en état de rédiger toute espèce d'acte d'*arpentage*, de *bornage*, de *partage*, etc.; d'ailleurs il suffit qu'un procès-verbal explique clairement le but et le résultat d'une opération et qu'on ait observé, en le rédigeant, les formalités prescrites en pareil cas, pour qu'il soit valable.

N° 1.

Formule ou modèle d'un acte de vente d'une pièce de terre.

L'an mil huit cent cinquante-un, le quinze Janvier,

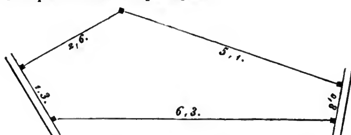
Les soussignés :

1° *Firmin* Delorme, cultivateur à *Aubers*, canton d'*Armentières*, arrondissement de *Lille*, département du Nord;

2° *Justin* Hoche, propriétaire demeurant aussi audit lieu, ont fait et consenti le contrat dont la teneur suit :

Moi, *Justin* Hoche ai, par ces présentes, vendu, cédé et transporté en toute propriété audit *Firmin* Delorme, acceptant, une pièce de terre labourable sise même commune précitée et désignée au plan cadastral de ladite commune, Section B, n° 16, pour une contenance de 10 ares 85 centiares.

Cette pièce dont voici le plan figuratif



tient du côté du *levant* au chemin d'*Armentières* à *Allennes*, du *couchant* au chemin d'*Armentières* à *Bouvines*, du *nord* à la propriété de M. *Chevalier*, du *midi* à la propriété de M. *Legendre*[1].

Ladite pièce de terre appartient au vendeur en vertu d'un acte passé devant M[e] *Guillain*, notaire à *Armentières*.

Déclare l'acheteur bien connaître ladite pièce de terre et s'en contenter dans l'état où elle se trouve présentement ; il commencera à en jouir à compter de ce jour et sera chargé des servitudes passives si aucunes sont ; de même il exercera à ses risques et périls les servitudes actives, s'il en est.

Cette vente est faite moyennant la somme de *mille six cent vingt-sept francs* 50 *centimes* que moi *Firmin* DELORME ai présentement payée et délivrée audit *Justin* HOCHE, lequel reconnaît l'avoir reçue et en accorde bonne et valable quittance. Ainsi l'acquéreur demeure à présent subrogé dans tous les droits, noms, raisons et actions du vendeur. Au surplus ledit acquéreur s'oblige à payer les frais d'enregistrement du présent acte et autres qui pourront s'ensuivre ; et il reconnaît que le vendeur lui a remis les titres de la pièce ci-dessus vendue, lesquels consistent :

1° Dans l'acte constitutif ci-devant daté ;

2° Dans le procès-verbal d'arpentage et de bornage.

Fait double et respectivement accepté à Armentières, ledit jour, mois et an. *Justin* HOCHE.

Firmin DELORME.

[1] Autour du dessin du plan figuratif d'une pièce de terre, on écrit en anglaise le nom des propriétaires voisins.
On indique aussi la position du terrain relativement aux points cardinaux au moyen d'une flèche dont le dard se dirige vers le *Nord*.

N° 2.

Formule ou modèle d'un procès-verbal relatif au mesurage de deux pièces de terre, à la requête d'un propriétaire.

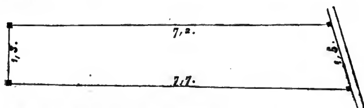
L'an mil huit cent cinquante, le quinze Janvier,

A la requête du sieur Vinchon (*Louis*), *propriétaire demeurant à Fluy, canton de Molliens-Vidame, arrondissement d'Amiens* (*Somme*),

Nous, soussigné Baudry (*Modeste*), arpenteur-géomètre et instituteur, demeurant audit *Fluy*, avons procédé à l'arpentage et au levé du plan de deux pièces de terre appartenant au requérant, lesquelles sont situées aux lieux ci-après indiqués.

Après les avoir mesurées chacune et reconnu la contenance, nous en avons établi la désignation et le plan de la manière suivante :

Article 1er. *Territoire de Montières*, lieu dit *Chemin des Oisons.*

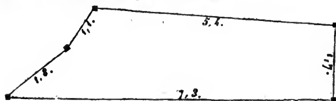


Section A, n° 102 du plan cadastral.

Neuf ares soixante-deux centiares de terre labourable. Cette pièce est confinée comme il suit : au *nord* par une pièce de terre appartenant à M. Blanchard ; au *sud* par une pièce appartenant à M. Gauvin ; à l'*est* par le chemin du Bois ; à l'*ouest* par la pièce de M. Warmé.

Article 2. *Territoire de Saveuse*, lieu dit *bois du Riche.*

Section H, n° 434 du plan cadastral.



Douze ares sept centiares de terre labourable, confinée comme il suit : au *nord* par le bois dit *bois du Riche;* au *sud* par la pièce de terre de M. Grimaux; à l'*est* par une pièce à l'hospice d'*Amiens*; à l'*ouest* par la pièce de terre de M. Guérin.

Contenance totale des deux parcelles : VINGT ET UN ARES SOIXANTE-NEUF CENTIARES.

De tout ce que dessus, nous avons rédigé le présent *procès-verbal* pour servir et valoir ce que de raison, et nous avons signé avec M. Vinchon, après lecture faite.

Fait à Fluy les jour mois et an ci-dessus énoncés.

M. Baudry,
Arpenteur-géomètre.

L. Vinchon,
Propriétaire.

N° 3.

Formule ou modèle d'un procès-verbal d'arpentage d'une pièce de terre à la requête d'une commune.

L'an mil huit cent cinquante, le vingt Mars,

A la requête et en présence de M. *Victor* Cellier, maire de la commune de *Plombières*, agissant en cette qualité et par l'autorisation de M. le Préfet de la Côte-d'Or, en date du vingt-neuf Février dernier,

Nous soussigné *Etienne* Morot, arpenteur-géomètre demeurant à Dijon, rue Pirron, n° 20, avons procédé à la mesure d'une portion d'un *pré* que désire vendre la commune. L'opération a été faite en présence de M. Perret, membre du conseil municipal de ladite commune et y demeurant.

Ayant opéré le mesurage du *pré*, nous en avons reconnu la contenance et l'avons constaté comme il suit :

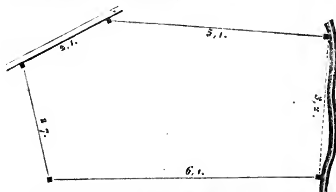
TERRITOIRE DE PLOMBIÈRES.

Section A, n° 103 *du plan cadastral.*

Vingt-un ares cinquante-trois centiares de pré, bornés au nord par le chemin des vignes et la propriété de M. Varin, au midi par la propriété de M. Dubois, au levant par le grand ma-

rais de la commune, au couchant par la propriété de M. Gallois.

Cette pièce présente la forme suivante :



De tout ce qui précède, nous soussigné géomètre-arpenteur avons rédigé le présent procès-verbal pour servir et valoir ce que de raison.

Les opérations étant terminées, avons clos, arrêté et signé après lecture faite à M. Perret, audit *Plombières*, les jour, mois et an précités.

Perret. Morot, *Géomètre.*

No 4.

Formule ou Modèle d'un procès-verbal de mesurage d'un marché de terre à la requête d'un fermier tenu par son bail d'en faire le mesurage avec le plan figuré de chaque pièce.

L'an mil huit cent cinquante-un, le 22 Mars,

A la requête de M. *Louis* Poitevin, cultivateur, demeurant à *Guidel*, arrondissement de *Lorient*,

(Agissant en qualité de fermier et détenteur des biens qui seront ci-après désignés, et en exécution de l'une des conditions qui lui ont été imposées dans le bail de neuf années que lui en a fait M. *Jules* Sorbel, propriétaire, demeurant à *Carnac*, suivant

acte passé devant M[e] Routier, notaire à *Carnac*, le 12 février 1846, enregistré.)

Le soussigné *Henri* Corentin, géomètre-Arpenteur, demeurant à *Guidel*, s'est transporté sur le territoire de cette commune à l'effet de procéder au mesurage et de dresser le plan des immeubles composant le marché affermé à M. *Louis* Poitevin, par le bail sus-énoncé.

L'opération dont il s'agit a eu lieu sur l'indication du requérant; la contenance trouvée dans chaque pièce a été constatée et le plan établi de la manière suivante :

TERROIR DE GUIDEL.

Article 1[er] (*près du caveau*).

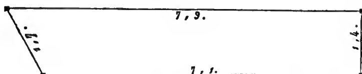
Section B, n° 29 du plan cadastral.

Cinquante ares soixante-dix-huit centiares de terre labourable.

Cette pièce compose l'article 16 du bail pour *cinquante et un ares quatre-vingts centiares.*

Déficit : *un are deux centiares.*

La pièce, dont la figure suit



est bornée au nord par le pré de la commune, au levant par le chemin de *Guidel* à *Lorient*, au midi par une terre de M. *Hirondard*, au couchant par la propriété de madame Gauchin.

Article 2 (*près du bassin*).

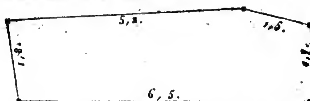
Section B, n° 120 du plan cadastral.

Un hectare douze ares trente-huit centiares de terre labourable, sur laquelle se trouvent plantés deux ormes et trois frênes âgés chacun d'environ vingt ans.

Cette pièce compose l'article 11 du bail pour *un hectare cinq ares vingt centiares.*

Déficit : *sept ares dix-huit centiares.*

La pièce, dont la figure suit



est bornée au nord par une pièce de terre appartenant à M. *Mallet*, au levant par une terre appartenant à la veuve *Vasseur*, au midi par une pièce de terre à la veuve *Vasseur*, au couchant à la propriété de M. *Dambreville*.

1° Suivant le *bail :* 1 hectare 63 ares 16 centiares, ci. . . . . 1—63—16

2° Suivant l'*arpentage* : 1 hectare 57 ares, ci. . 1—57—00

Différence en moins : 6 ares 16 centiares, ci. . 06—16

De tout ce qui précède, le géomètre soussigné a fait et rédigé le présent procès-verbal pour servir et valoir ce que de raison.

Clos et arrêté à *Guidel*, les jours, mois et an susdits.

Et lecture en a été faite à M. *Louis* Poitevin, qui a signé avec nous.

L. Poitevin; H. Corentin, géomètre-arpenteur.

N° 5.

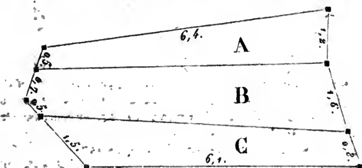
Modèle d'un compromis pour le bornage de plusieurs terres contiguës.

L'an mil huit cent cinquante-un, le sept Février,

Par-devant nous *François* Thibault, arpenteur-géomètre, demeurant à *Béziers*, sont comparus [1] les sieurs *Julien* Bord, *Charles* Masson, et *Nicolas* Durrand, demeurant à *Maraussan*, arrondissement de *Béziers*, département de l'*Hérault*. Les-

[1] Ce terme (*sont comparus* dans cette acception) n'est pas français; mais il est consacré par l'usage dans la rédaction des actes.

quels nous ont exposé, afin de maintenir la bonne intelligence qui existe entre eux, qu'ils désireraient qu'il fût procédé à l'arpentage et au bornage des immeubles dont la désignation suit :



1° Une pièce de terre labourable A, appartenant au sieur *Julien* Bord, et contenant, d'après ses titres de propriété, 5 ares 52 centiares, située au lieu dit le *Calvaire*, tenant au levant à la propriété du sieur Carette, au couchant au bois Merlin, au nord à la propriété de la dame V. Lobel, au midi à la propriété du sieur C. Masson.

2° Une autre pièce de terre labourable au sieur *Charles* Masson, figurée au plan par la lettre B, contenant, d'après ses titres, 8 ares 50 centiares, située au même endroit que la précédente et bornée au levant par la propriété du sieur Carette, au couchant au bois Merlin, au nord à la propriété du sieur *Julien* Bord, au midi à la propriété du sieur N. Durrand.

3° Une autre pièce de terre labourable au sieur *Nicolas* Durrand, figurée par la lettre C, contenant 6 ares 18 centiares, située au même endroit que les précédentes et bornée au levant par la propriété du sieur Carette, au couchant par le bois Merlin, au nord par la propriété du sieur *Charles* Masson, et au midi par la propriété du sieur *Henri* Boileau.

En conséquence, lesdits sieurs J. Bord, C. Masson, N. Durrand, nous ont, par ces présentes, nommé seul et unique arbitre pour procéder à ce bornage en qualité d'amiable compositeur, sans être astreint à suivre les règles de droit.

Ils nous donnent pouvoir de juger sur chaque point des contestations qui pourraient s'élever au sujet de cette opération, en

premier ressort seulement, ou bien en premier et dernier ressort définitivement, irrévocablement; pourquoi ils renoncent à se pourvoir contre notre jugement, par appel, requête civile et recours en cassation. Les parties nous autorisent à fixer les limites de leurs propriétés, immédiatement après notre visite des lieux; par conséquent, dans le cas où elles auraient quelques dires ou observations à faire à cet égard, elles seront tenues de s'explipliquer sur les lieux contentieux avant la clôture de nos opérations [1]. L'opération dont il s'agit étant faite d'après les titres de chacun des soussignés, ils s'engagent à se restituer réciproquement toutes les portions de terrain qui se trouveraient en excédant dans leur pièce et en déficit dans celles de leurs voisins, et ce immédiatement après que cet excédant et ce déficit auront été constatés par l'arpenteur; les bornes qui existeraient ne pourront faire obstacle aux restitutions, mais aussi on aura toujours égard à la disposition des lieux pour ces restitutions.

Et ont, les parties contractantes, signé après lecture faite.

J. Bord,

C. Masson,

N. Durrand.

Nous, arbitre soussigné, ayant accepté la mission à nous proposée, en avons donné acte aux parties, et nous nous sommes transporté de suite à l'endroit où les propriétés à borner sont situées, à l'effet de procéder aux opérations ci-dessus indiquées.

F. Thibault,
Arpenteur-géomètre.

N° 6.

Formule ou Modèle d'un procès-verbal d'arpentage d'une pièce de terre et de délimitation pour chaque partie qu'elle contient, avec réduction proportionnelle.

L'an mil huit cent cinquante-un, le huit Janvier,

En vertu d'un procès-verbal de la justice de paix de *Choisy-le-Roi*, en date du vingt-sept décembre 1850, lequel nous autorise

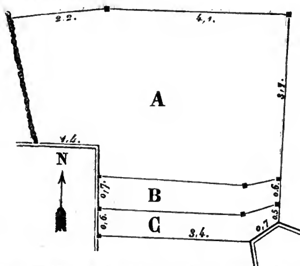
[1] Cette clause est nécessaire afin de n'être pas obligé d'attendre le délai prescrit par l'article 1016 du Code de Procédure pour rendre la décision arbitrale.

à délimiter et à borner une pièce de terre sise sur le territoire de Juvigny, et relativement à la proportion des droits des sieurs Beaumont (*Jules*), propriétaire à Paris; Candas (*Victor*), cultivateur à *Corbeil*, département de *Seine-et-Oise ;* Hubert *Charles*, cultivateur à *Corbeil*...

Nous, soussigné, Mallet (*Paul*), arpenteur-géomètre à *Corbeil*, expert choisi par les susnommés, déclarons qu'après nous être transporté sur les lieux-ci-dessus désignés, le huit janvier 1851, pour, conformément au procès-verbal précité, procéder à l'opération dont il s'agit;

Après avoir pris connaissance des titres respectifs, et en présence des parties, nous avons reconnu :

1° Que la pièce figurée ici



est confinée au nord par une terre appartenant au sieur Dehen (*Louis*), au levant par une pièce de terre appartenant à M. Volland (*Henri*); au midi par le jardin et la terre de M. Kauffmann (*Pierre*); au couchant par une haie vive et un mur de jardin;

2° Qu'elle contient en surface *deux hectares quatorze ares quatre-vingt-dix-sept centiares*, au lieu de *deux hectares vingt-deux ares quatre-vingt-deux centiares* que réclament tous les titres réunis; d'où il résulte, pour la totalité, une perte de *sept*

ares quatre-vingt-cinq centiares et par conséquent celle de trois ares trente centiares par hectare.

Nous avons ensuite procédé au bornage de chaque portion. La pièce désignée au plan sous la lettre C contiendra désormais *seize ares cinquante-trois centiares* au lieu de *dix-sept ares quatorze centiares qu'elle devait contenir* selon le titre. Cette pièce a été délimitée par six bornes figurées au plan : la deuxième en partant du nord est située à 15 mètres de la première ; la troisième à 9 mètres de la seconde ; la quatrième à 31 mètres de la troisième ; la cinquième à 6 mètres de la quatrième, la sixième à 34 mètres de la cinquième.

La pièce désignée au plan sous la lettre B contiendra désormais *seize ares cinquante-trois centiares*, comme la première, au lieu de *dix-sept ares quatorze centiares* qu'elle devait contenir selon le titre ; elle a été délimitée par six bornes figurées au plan ci-joint.

Enfin la troisième et dernière pièce, désignée au plan sous la lettre A contiendra désormais *un hectare quatre-vingt-neuf centiares* au lieu d'*un hectare quatre-vingt-huit ares cinquante-quatre centiares* qu'elle devait contenir selon le titre ; elle a été délimitée par huit bornes figurées au plan précité.

Certifions que les diverses portions d'héritage mentionnées au présent acte ont été délimitées dans la proportion des droits respectifs des susdits co-divisionnaires, et qu'en outre chacun d'eux jouira jusqu'après les récoltes prochaines du terrain qu'il possédait avant la dite opération.

De tout ce que dessus, nous avons rédigé le présent procès-verbal pour servir et valoir ce que de droit, et nous avons signé [1] avec les parties.

Fait triple [2], *à Corbeil*, le 8 janvier 1851.

V. CANDAS.

J. BEAUMONT.

C. HUBERT.

P. MALLET,
Arpenteur-Géomètre

[1] En cas de refus de l'un de ces co-divisionnaires, on fera signifier ce procès-verbal à la partie opposante.

[2] On a dû remettre une expédition à chacune des parties.

N° 7.

Formule ou Modèle d'un pouvoir pour répondre à un bornage.

Je soussigné, *Jules* Chérest, cultivateur à *Fondary*, arrondissement de *Brioudes* (*Haute-Loire*), donne pouvoir à M. *Léon* Bardel, propriétaire audit *Fondary*,

De, pour moi et en mon nom, se présenter au bornage que doit faire M. *Jules* Maillard, arpenteur-géomètre à *Champagnac*, des propriétés contiguës à celles qui m'appartiennent, aux lieux dits *la Fosse*, terroir de *Fondary ;* consentir et accepter toutes restitutions de terrain, tous placements ou déplacements de bornes, les reconnaître pour définitives ou les contester, représenter tous titres et pièces, les faire valoir, faire dans le cours des opérations tous dires, réquisitions, protestations et réserves, signer les procès-verbaux de bornage et autres que devra dresser l'arpenteur, et généralement faire tout ce qu'il jugera utile et nécessaire, promettant l'avouer.

Fait à Fondary, le 20 août 1851.

Bon pour pouvoir,
J. Chérest.

N° 9.

Formule ou Modèle de l'extrait d'un procès-verbal de bornage.

D'un procès-verbal dressé par M. *Charles* Vollant, géomètre-arpenteur à *Tremblay*, arrondissement de *Fougères*, en date (*au commencement*) du 1er Décembre 1850, et contenant la mention suivante :

Enregistré à *Fougères* le 15 décembre 1850, folio 59, (*verso*), case 3, reçu deux francs pour droit et vingt centimes pour décime. Signé, *Balonchard*,

Contenant arpentage, délimitation et bornage contradictoire, qui ont eu lieu par son ministère, dans le courant de l'année 1851,

de la majeure partie des propriétés comprenant le territoire de *Fougères;*

A la requête, en présence et du consentement des propriétaires dénommés audit procès-verbal, et avec le concours et l'agrément des voisins intéressés, à cause de la plantation des bornes fixant les limites du terrain qu'il s'agissait de régler entre les parties ou leurs mandataires;

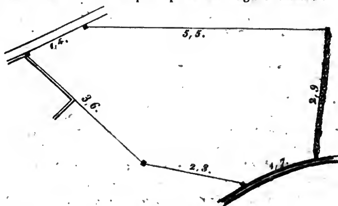
D'où il résulte :

Que M. Sujol (*Henri*), propriétaire à *Antraim* a consenti et accepté la délimitation et le bornage contradictoirement avec les propriétaires voisins pour la quantité ci-après désignée de la pièce de terre qui lui appartient et qui est l'objet de l'opération.

TERROIR DE FOUGÈRES.

Section B, n° 20, du plan cadastral.

Trente-six ares quarante-trois centiares de terre labourable bornés au nord par une pièce de terre appartenant à M. *Bauvais*, et le chemin du marais; au levant par une haie vive qui la sépare du marais; au midi par un cours d'eau et la terre de la veuve *Denis*; à l'est, par une terre appartenant à M. *Maurice*, et le jardin de M. *Vion*. Cette pièce présente la figure suivante :



Pour condition du bornage il a été extrait littéralement ce qui suit :

(*On copiera ici par extrait toutes les conditions relatives au bornage*).

Extrait, par le géomètre susdit et soussigné, du procès-verbal ci-devant énoncé, demeuré en sa possession.

A *Tremblay*, le 25 avril 1851.

C. VOLLAND.

No 9.

Formule ou Modèle d'un rapport d'Experts.

A Messieurs les Président et Juges du Tribunal de Tulle.

L'an mil huit cent cinquante et un, le neuf Juin (huit heures du matin),

Nous *Jules Hurel*, arpenteur-géomètre, demeurant à *Servières*, *Henri* LARCHER, propriétaire et commerçant, demeurant audit *Servières*, *Louis* MATIFAS, propriétaire domicilié à *Salons*, tous trois experts[1] nommés par votre jugement du 5 Avril dernier (entre le sieur *Léon* SALVIGNY, propriétaire, demeurant à *Servières*, et le sieur *Claude* MACROU, propriétaire, demeurant à *Lanzac*), à l'effet dé procéder, tant d'après les titres dé propriété que d'après la possession actuelle des parties :

1° A la visite, reconnaissance, vérification et plantation de bornes qui doivent servir de limite entre la propriété du sieur L. SALVIGNY, située à *Servières*, au lieu dit *la Traverse*, tenant d'un côté, au nord, au sieur C. MACROU, au levant au bois de l'Aigle, au midi au sieur J. JOUFFROY, au couchant au sieur E. LAMBERT ;

2° A l'arpentage et levé de plan desdites propriétés, dans le cas où cette opération serait nécessaire pour l'établissement de ce bornage ;

3° En cas d'anticipation de la part du sieur C. MACROU, d'estimer le dommage causé au sieur L. SALVIGNY ;

Après avoir prêté serment, suivant le procès-verbal du 2 avril dernier, devant M. P. CHENAL, juge commis par ledit jugement, nous nous sommes transportés à l'endroit où sont situées les pro-

[1] Une expertise ne peut se faire que par trois experts, à moins que les parties ne consentent qu'il soit procédé par un seul (C. de procéd. 303).

priétés en contestation ; étant arrivés à cet endroit à sept heures du matin, nous rencontrâmes M. L. Lévy, assisté de Mᵉ Dournel, son avoué, lequel a remis :

1° La grosse du jugement qu'il s'agit d'exécuter, dûment enregistré et signifié ;

2° L'original de la sommation faite par acte d'avoué, au sieur C. Macrou, le 10 avril, de se trouver aujourd'hui à notre opération ;

3° Les titres et papiers concernant sa propriété (*on désignera ici ces titres, tels que actes de vente, procès-verbal de bornage*, etc.) ; en conséquence, ils nous ont requis de procéder aux opérations ci-dessus mentionnées, et ont signé

L. Salvigny,
partie ;

Dournel,
avoué.

Est également comparu le sieur C. Macrou, qui nous a dit se présenter au désir dudit jugement et de ladite sommation à lui faite ; déclarant ne point empêcher qu'il soit par nous procédé à la visite ordonnée (*sous la réserve expresse qu'il fait néanmoins de se pourvoir contre ledit jugement, par voie de l'appel en cassation, et sans que ce consentement puisse être considéré comme un acquiescement*), pour laquelle il nous a remis les titres et papiers concernant sa propriété (désigner ces titres), et il a signé

C. Macrou,
partie.

Desquelles comparutions, remises de pièces et réquisitions, nous avons donné acte aux parties, en présence desquelles nous avons procédé à la visite des lieux, ainsi qu'il suit :

En parcourant la limite des deux propriétés contiguës, le sieur L. Salvigny nous a fait remarquer les vestiges d'un ancien fossé qui était comblé, et a prétendu que la limite de sa propriété devait s'étendre jusqu'à cet endroit.

D'un autre côté, le sieur C. Macrou nous a montré deux pieds-

corniers situés un peu avant sur la propriété du sieur L. Salvignac, et a dit que ces points formaient la limite de sa propriété, non-seulement avec le sieur L. Salvigny, mais encore avec ses voisins, et qu'il avait toujours joui jusqu'à cet endroit.

Le sieur L. Salvigny a répondu que les pieds-corniers en question formaient bien la limite de sa propriété avec les sieurs *Jules* Boidin et *Simon* Rambault, mais qu'ils n'avaient aucun rapport avec celle du sieur C. Macrou; que si ledit sieur C. Macrou, comme il le prétend, a joui les années précédentes jusqu'aux points qu'il vient d'indiquer, c'est à son insu, et qu'il ne pouvait attribuer cette anticipation qu'à la négligence de ses domestiques.

Les experts soussignés, afin de découvrir, s'il est possible, la vérité, ont donc, contradictoirement avec les parties, procédé à l'arpentage et levé de plan des propriétés en litige, et dessiné les limites prétendues de chaque partie.

Après avoir terminé cette opération, et vaqué à ce que dessus, depuis neuf heures jusqu'à une heure, nous nous sommes ajournés au 11 juin, en la demeure du sieur J. Hurel, l'un de nous, où nous nous réunirons à dix heures du matin pour délibérer en l'absence des parties, et fixer l'emplacement des bornes à planter.

Le présent procès-verbal, écrit par ledit sieur J. Hurel, est resté entre ses mains, ainsi que toutes les pièces de la procédure, et ont, les parties comparantes, signé avec nous,

J. Hurel, L. Matifas, H. Larcher,
C. Macrou, L. Salvigny.

Et le 11 juin 1851,

Nous experts ci-dessus nommés, réunis à dix heures du matin, en la demeure du sieur J. Hurel, l'un de nous, à l'effet de procéder, en l'absence des parties[1], à l'examen des titres des pro-

[1] Pendant toute délibération des experts, il est bon que les parties intéressées soient réunies dans un appartement voisin du lieu de la réunion pour donner au besoin les renseignements jugés nécessaires.

priétés en litige, et à la délibération sur l'emplacement des bornes à planter, avons reconnu, d'après notre arpentage :

1° Que la propriété du sieur L. SALVIGNY, suivant la limite qu'il nous a indiquée, contenait 11 *ares* 60 *centiares* au lieu de 10 *ares* 60 *centiares* que porte son titre, et que suivant l'indication donnée par le sieur C. MACROU, cette même pièce ne contenait que 9 *ares* 87 *centiares;*

2° Que la propriété du sieur C. MACROU, suivant la limite qu'il nous a indiquée, contenait 11 *ares* 5 *centiares* au lieu de 9 *ares* 50 *centiares* que porte son titre de propriété, et que, suivant l'indication donnée par le sieur L. SALVIGNY, cette même pièce ne contenait que 9 *ares* 38 *centiares.*

Il résulte de tous ces calculs qu'en adoptant l'hypothèse du sieur L. SALVIGNY, le sieur C. MACROU serait lésé de 1 *are* 67 *centiares*, et en adoptant l'hypothèse du sieur C. MACROU, le sieur L. SALVIGNY serait lésé de 1 *are* 67 *centiares.*

Dans le doute où nous nous trouvons pour fixer les véritables limites, les experts soussignés ont donc été tous d'avis que le bornage fût fait de manière que la perte ou le gain (qui se trouve dans la masse des propriétés à borner) fût supporté proportionnellement entre chaque partie.

Or, d'après notre arpentage, la masse des propriétés à borner étant de 20 *ares* 44 *centiares*, la portion de terrain qui devra appartenir au sieur L. SALVIGNY (relativement à son titre et à la partie proportionnelle du reste) sera de 11 *ares* 40 *centiares*, et les largeurs (pièce A) des lignes aboutissantes de sa pièce seront, savoir : du côté du sieur BLANCHARD, de 8 *mètres*, et du côté du sieur MANGIN, de 2 *décamètres* 6 *mètres.*

Le restant de la masse, qui est de 9 *ares* 60 *centiares*, sera la portion de terrain qui devra appartenir au sieur C. MACROU, et les largeurs des lignes aboutissantes de sa pièce seront, savoir : du côté du sieur BLANCHARD, de 2 *décamètres* 1 *mètre*, et du côté du sieur MANGIN, de 1 *décamètre* 5 *mètres.*

En conséquence, immédiatement après avoir terminé nos calculs, nous nous sommes transportés, avec les parties intéressées,

sur les lieux contentieux, à l'effet de borner lesdites propriétés aux points ci-dessus désignés [1].

Ensuite, nous avons procédé à l'estimation du dommage causé au sieur L. SALVIGNY par l'effet de l'extraction entreprise par le sieur C. MACROU.

D'après l'établissement de ce bornage, il paraît que le sieur C. MACROU a anticipé sur le sieur L. SALVIGNY de 60 centiares dont il jouissait au moment de la contestation, et dont le dommage, évalué à 15,000 francs l'hectare, forme la somme de 96 francs.

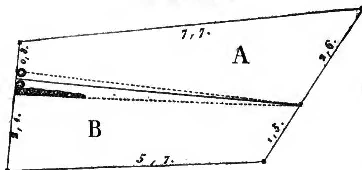
Il a été vaqué à ce que dessus depuis dix heures du matin jusqu'à deux heures après midi; ce fait, nos opérations étant terminées, nous avons remis à chacune des parties les pièces qu'elles nous avaient confiées, ainsi qu'elles le reconnaissent.

Le présent procès-verbal, clos sur le lieu contentieux, et écrit par le sieur J. HUREL, l'un de nous, est resté entre ses mains, ainsi que le plan général des lieux, dûment certifié par les experts soussignés, et les nouveaux titres, pour le tout être déposé par lui au greffe du tribunal.

Les parties intéressées, comme il est dit ci-dessus, ont signé avec nous, après lecture faite.

J. HUREL, L. SALVIGNY, H. LARCHER.
C. MACROU.
L. MATIPAS.

PLAN DE LA PIÈCE.



[1] Il est bon d'indiquer, dans le procès-verbal la forme des bornes qu'on a plantées.

OBSERVATIONS
RELATIVES AU RAPPORT D'EXPERTS QUI PRÉCÈDE.

Quand une des parties ne comparaît pas devant les experts, sur la réquisition de l'autre, il est fait mention de son absence dans le procès-verbal.

On constaterait l'absence de cette manière :

Après avoir attendu jusqu'à trois heures du soir le sieur MACROU, ou quelqu'un qui puisse le remplacer, avons constaté sa non-comparution et avons, en présence du sieur SALVIGNY, procédé aux opérations ci-dessus mentionnées[1].

D'après l'article 323 du Code de procédure civile, les juges n'étant pas astreints à suivre l'avis des experts, il en résulte qu'ils doivent (en cas d'avis différents) exprimer les motifs de leurs opinions diverses.

Ainsi, au lieu d'énoncer qu'ils sont d'un sentiment unanime, ils peuvent s'exprimer de cette manière :

Deux opinions se sont manifestées parmi nous : l'une, qui a réuni la majorité des voix, tend à déclarer que le bornage soit fait de manière que la perte ou le gain qui se trouve dans la masse des propriétés à borner, soit supporté proportionnellement entre chaque partie, attendu que, d'après l'arpentage, on n'a pu reconnaître les véritables limites, etc.

Quant à la seconde opinion, présentée par l'un de nous, elle consiste à faire placer les bornes sur la limite du petit fossé que le sieur L. SALVIGNY nous a montré, attendu que cette limite est apparente, et que la différence que l'on a trouvée dans l'arpentage n'est pas assez sensible pour faire présumer que ce fossé ne doive pas être la véritable limite de la propriété du sieur S. SALVIGNY, etc.

Il a été vaqué à ce que dessus jusqu'à quatre heures du soir, etc.

[1] Il n'y a qu'à la première séance qu'on est obligé de relater l'absence de la partie qui ne comparaît pas : dans l'autre circonstance, les experts doivent constater seulement dans leur procès-verbal qu'ils ont procédé à la continuation de leurs opérations en présence de telle partie et en l'absence de telle autre.

Si les experts sont de trois avis différents, ils s'expriment de cette manière :

Nous avons été de trois avis différents; l'un a prétendu que le bornage devait s'établir de manière que la perte ou le gain, qui se trouve dans la masse des propriétés à borner fût supporté proportionnellement entre chaque partie, attendu que, etc....

Un second a pensé que les bornes devaient être plantées sur la limite du petit fossé que le sieur L. Salvigny nous a montré, etc.....

Enfin, le troisième d'entre nous croit qu'on ne doit restituer au sieur L. Salvigny que ce qui lui est strictement nécessaire pour compléter sa propriété, attendu que le surplus doit appartenir au sieur Macrou, etc.....

Il a été vaqué à ce que dessus, jusqu'à cinq heures du soir, etc.....

Lorsque les experts sont autorisés, par le dispositif du jugement préparatoire, à entendre des personnes étrangères à la contestation, les déclarations sont constatées à peu près de cette manière :

Le sieur C. Macrou a dit qu'il avait toujours récolté son foin jusqu'aux deux pieds-corniers qu'il nous a montrés, et sur ce fait il nous a requis d'entendre ses voisins. En conséquence, nous avons invité le sieur Daubré à venir sur les lieux contentieux pour le prier de nous indiquer jusqu'où il pensait que le sieur C. Macrou récoltait ordinairement son foin. Ledit sieur Daubré a dit que, depuis un temps immémorial, il était à sa connaissance que le sieur C. Macrou avait joui de son pré jusqu'aux pieds-corniers, et a signé sa déclaration.

Daubré.

Le sieur Legendre, faucheur, étant à travailler dans une pièce voisine, a dit qu'il avait toujours vu le sieur C. Macrou récolter son foin jusqu'aux pieds-corniers, et a signé sa déclaration.

Legendre.

A quoi le sieur L. SALVIGNY nous a répondu que le témoignage des deux déclarants ne pouvait être d'aucune considération, attendu que le premier est parent du sieur C. MACROU, et que le second est une grande partie de l'année employé au service dudit sieur C. MACROU, et ledit sieur L. SALVIGNY a signé.

L. SALVIGNY.

REMARQUE. Pour rendre les explications plus claires, nous engageons les arpenteurs à figurer sur les plans toutes les lignes sur lesquelles il y a contestation, et de les distinguer par des liserés de différentes couleurs, dont ils donneront l'explication en marge du plan par une légende.

FIN.



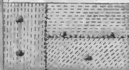
AUX LECTEURS

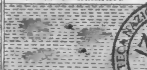
Les soins que nous avons apportés dans la rédaction de cet ouvrage ;—la classification méthodique et progressive des dessins intercalés dans le texte ; — les démonstrations minutieuses qui s'y rattachent ;—les tableaux de topographie gravés et lavés avec soin ; — tout enfin peut prouver que nous venons d'achever une œuvre de conscience et de dévouement.

Voulant compléter notre travail et le rendre digne de tous ceux auxquels il est dédié, nous serons heureux de recevoir toutes les communications que nos honorables collègues voudront bien nous adresser dans l'intérêt de cet ouvrage : car ce n'est que par le concours éclairé des hommes compétents que nous pourrons présenter une œuvre aussi utile que complète.

Toute observation ou rectification sera adressée *franco* à M. Durrant, à Paris, rue Saint-Antoine, 99.

Il en sera tenu compte à chacun, lors d'une nouvelle édition.


7. Terres labourées.


8. Terres humides.




15. Vergers.







